علــم البيئــة

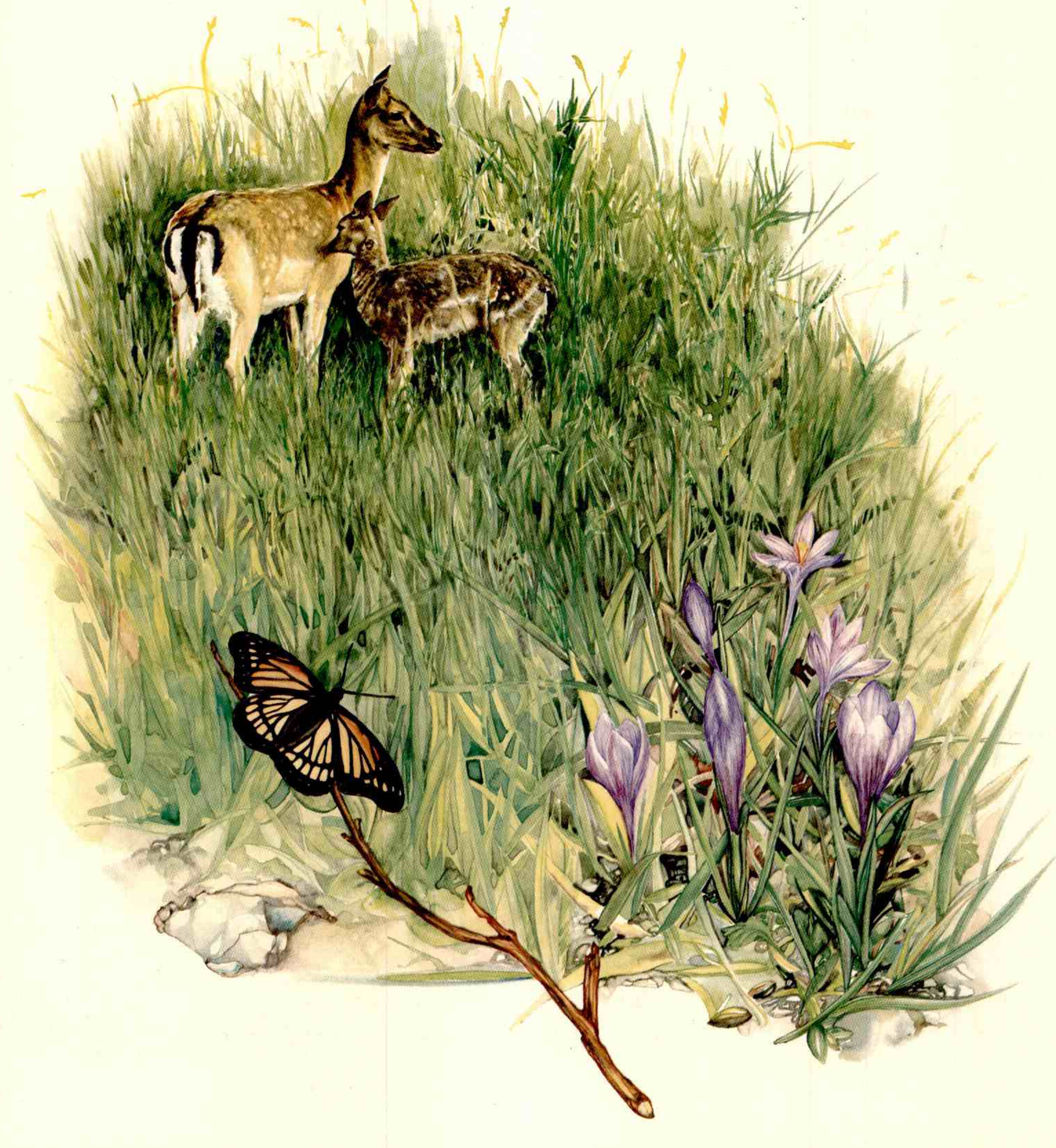


سيلكا - سويسرا

فهـــــرس

Imprimé en Italie par G.E.P. Cremo
Printed in Italy by G.E.P. Cremona

المحيط الحيوي :
مقـدمـة



المُحيط الحيــويّ

إن المحيط الحيويّ هو المجال الذي تتيسّر فيه الحياة بالنّسبة للأشكال الحيوانية والنّباتية الموجودة على وجه البسيطة . ويتعلق الأمر في دراسة المحيط بتحليل أنماط الحياة وتصرّف الكائنات الحيّة داخل بيئتها الطّبيعية ثم القوانين المتحكّمة في أنشطتها المختلفة التي ترتبط بحياتها وبقائها .

وقد سبق أن تعرضنا في الجزء الأول من هذه الموسوعة إلى الحياة على سطح الأرض بمختلف أشكالها وعناصرها وما تختصّ به سائر المخلوقات الحيّة من مزايا وطبائع . وعليه سنفترض في دراستنا للمحيط الحيوي معرفة مسبّقة للمفاهيم الأولية التي تمكّن من فهم أسباب تمخض الوحدات الأساسية الحمضية الأمينية عن الأجسام الأحادية الخلية ، التي أعطت الحياة في مرحلة أولى للأشكال البحرية ، وللأشكال البريّة في مرحلة ثانية .

كما أن المناطق الجغرافية التي سوف يرد ذكرها ، قد سبق التعرّض لها ضمن الجزء السادس ، بحيث قمنا بوصْف شامل لمختلف نقط الكرة الأرضية مع إبراز مختلف خصائصها ، أما مسألة الدّور الأساسي للماء في المحيط الحيوي ، فيمكن الرجوع بشأنها إلى الجزء الخامس ، بحيث تطرقّنا إليها إلى جانب التأثيرات المباشرة وغير المباشرة للمحيط الجوّي والشّمس على العناصر الحياتية على وجه الأرض .

وفيما يتعلّق بمختلف أصناف النّباتات والحيوانات ، فقد أفردنا لها الجزء السابع بحيث قمنا بتصنيفها ووصف مجموعاتها وأفرادها من مختلف وجهات النّظر .

وهكذا ، يمكن اعتبار محتويات الأجزاء السّابقة من هذه الموسوعة منطلقا أساسيا يمكن الرجوع إليه لتتبّع مراحل الدّراسة الموالية المتعلّقة بالمحيط الحيوي وخصائصه ومظاهره وظواهره .

ولنبدأ بمعاينة وتفحّص خصائص المحيط الحيوي التي تتباين وتختلف بحسب اختلاف وتباين البيئات والأوساط الحياتية التي تشكّلها . **والوسط الحيوي** هو مجموع الظّروف والعوامل الخارجية التي تمكن الأجسام الحيّة من الحياة والنموّ والتطوّر داخل مجال طبيعي محدّد . وتعرف هذه الظّروف والعوامل الخارجية **بالعوامل البيئية** التي تنقسم إلى عوامل طبيعية وعوامل حيوية أو بيولوجية .

فالعوامل الطّبيعية تتمثّل في كلّ من الحرارة والرّطوبة والملوحة وتأثير الماء والهواء وغير ذلك من العناصر الطّبيعية .

أما **العوامل الحيوية** فهي نتاج التعوّدات والتخصّصات التي تتم خلال آلاف السّنين بالنّسبة للكائنات الحيّة . وهكذا يمكن اعتبار التشكّلات العظمية والهيكلية الخاصّة ولون وكثافة وصلابة المعطف وعادات



من بين العومل البيئية المميّزة للمحيط الحيويّ، تلعب العوامل الفيزيائيّة دورا هاما خاصة فيما يتعلق بالحرارة والضوء والملوحة والرطوبة وعمل الماء. وهي عوامل تؤدي إلى تغييرات عميقة في البيئة. فلنتصور هذا الوسط الممثل في **الصورة جانبه**. ولنتساءل ماذا يحدث لو ارتفعت الحرارة فجأة لتبخر ماء النهر ؟ فمن الأكيد أن النباتات الخضراء سوف تنقرض ويجفّ حوض النهر وتغدو الحياة هناك جدّ صعبة .

التّوام والاصطياف ثم المهاجرة (بالنّسبة للطّيور والقواطع) والتجمّعات وغير ذلك من العادات والطّبائع ، كلّها عناصر حيوية .

وباستثناء المناطق القطبية وقمم الجبال الشّامخة وأعمق الحفر المحيطية ، فأغلب نقط الكرة الأرضية مكوّنة من البيئات والمجالات الحيوية . وسوف نرى أن الفجوات المتخلّلة لأشكال الحيّة نفسها تتجمّع فيما بينها لكي تنشأ عنها أنظمة حيوية تشمل نباتات وحيوانات متميّزة .

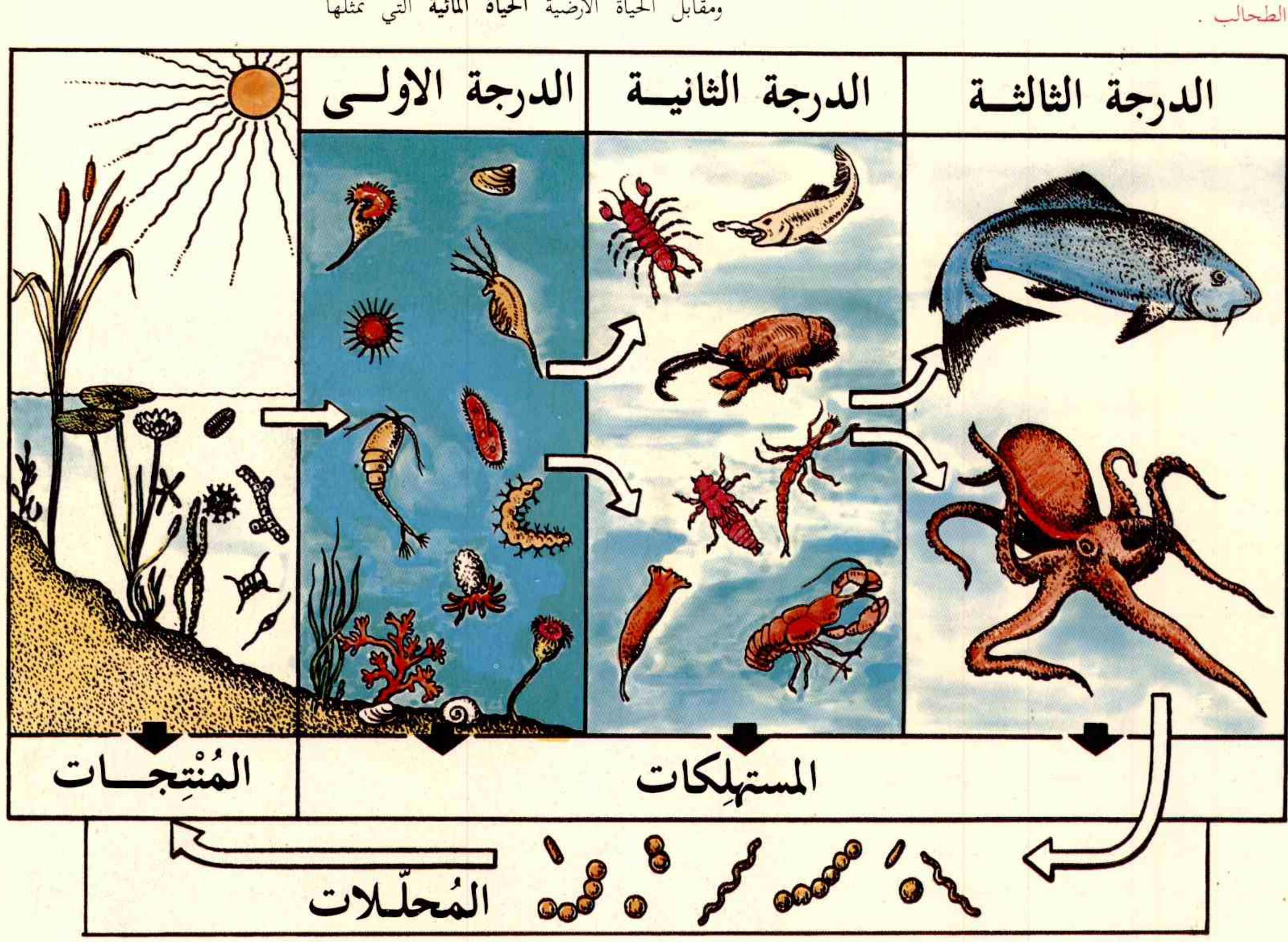
في المحيط الحيوي، تكتسي العوامل البيئية أهمية قصوى، وهي تتميز عن العوامل الفيزيائية والحيوية التي ترجع إلى العادات والتخصصات التي تطورت عبر آلاف السنين لدى جميع الأشكال الحيّة. وفي الرسم نموذج لذلك، يتمثل في العوامل البيولوجية في وسط مائي : فالطحالب منتجة بينما الحيوانات المائية مستهلكة، وتتغيّر درجة استهلاكها حسب خصائصها ومقاييسها. وتقوم المحلّلات (البكتريات) بتحطيم النفايات الحيوانية لوضعها من جديد رهن إشارة الطحالب .

ورغم أن مصطلحي «نباتات» و «حيوانات» يستعملان عادة للحديث عن منطقة جغرافية محدّدة فهما يدلّان كذلك على مجموع الحيوانات والنّباتات بشكل عام . وهكذا ، فالحيوانات البريّة تتمثّل في سائر الأجسام الحيّة ، بدءاً بأصْغر أحاديات الخلية إلى أضخم الحيتان ، في حين يبقى كلّ وسط حيوي وكلّ منطقة جغرافية منفردين بأصْناف وأشكال حيوانية خاصّة ومتميّزة تعيش وتتطوّر بفضل الظّروف البيئية الخاصة بها ،التي تميّزهما عن غيرهما من المناطق والأوساط .

وتمّثل الحيوانات والنّباتات التي تنتشر بالأراضي الطافية ما يعرف **بالحياة الأرضية** التي تقسم عادة الى فوأرضية وتحأرضية (ناووس) . فالحيوانات والنباتات الفوأرضية تنمو وتزدهر فوق السّطح ، بينما تعيش مثيلاتها التحأرضية في العالم الدّيماسي وداخل الكهوف والمغاور . وتضاف إلى هذه الأخيرة الحَيوانات **المتقلّبة** المتمثّلة في الطّيور والحشرات المجنّحة .

ومقابل الحياة الأرضية **الحياة المائية** التي تمثّلها

لماذا هناك حياة أرضية وحياة مائية ؟



كيف نتعرف على وسط طبيعي ؟

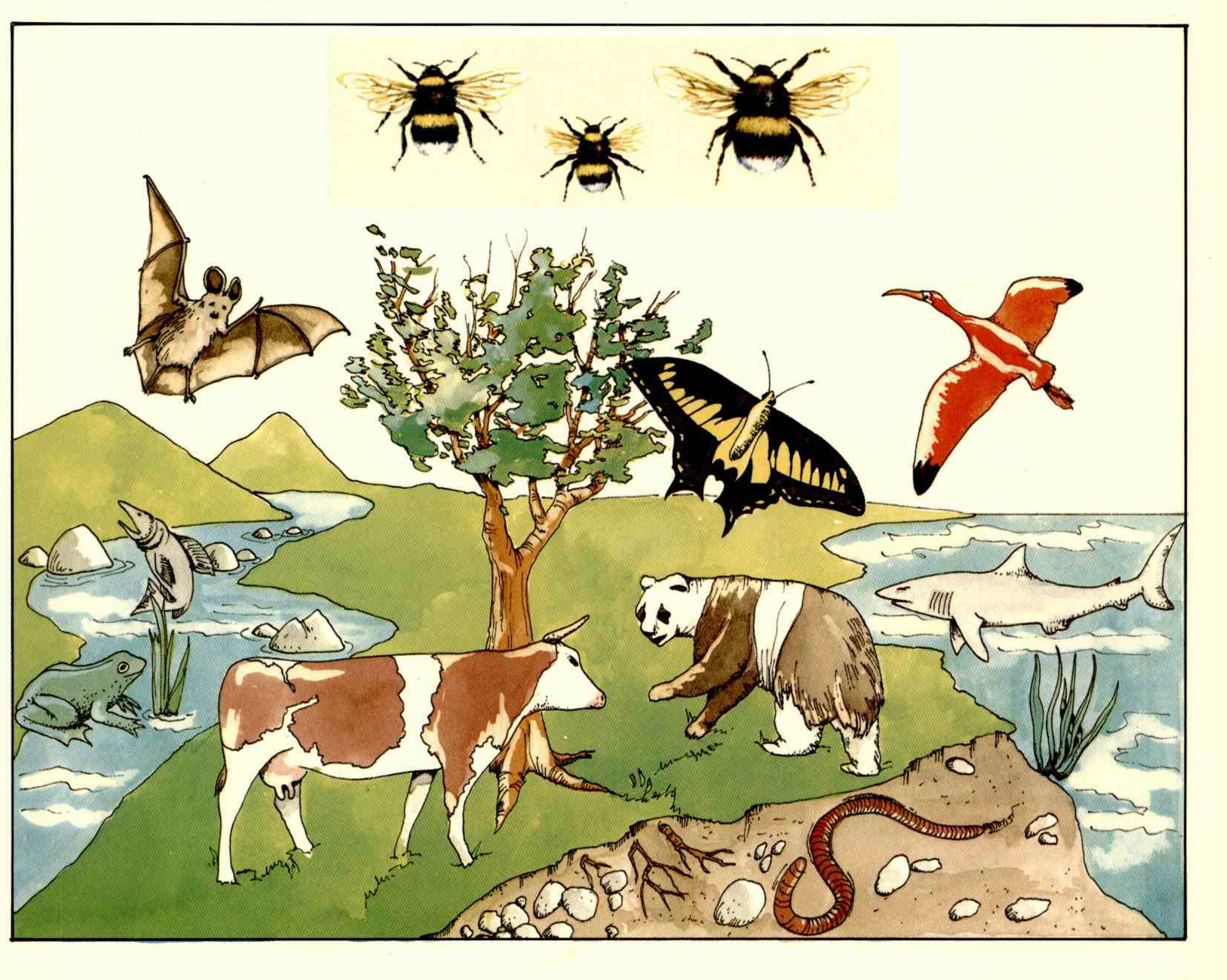
الأجسام الحيّة التي تعيش في الأوساط المائية المالحة منها كالبحار والمحيطات والعذبة كالأنهار والبحيرات والمستنقعات .

وبالاضافة إلى كلّ هذه المصطلحات والمفاهيم ، يتطرّق هذا الجزء إلى **التجمّع الحيوي** ، وهو ما تمثّله الأشكال الحيوانية والنّباتية المتواجدة في منطقة جغرافية معيّنة ، قد تكون واسعة الرقعة أو محدودة المساحة .

ويشكل التّجمع الحيوي إلى جانب المحيط البيئي نظاما بيئيا يشمل الأجسام **الذاتية التغذيّة** ، التي بإمكانها إنتاج المواد العضويّة من تلقاء ذاتها انطلاقا من الموادّ المعدنيّة ، ومنها النّباتات الخضر التي تحقق سيرورة التّخليق الضّوئي اليخضوري ، ثم الأجسام **العضوية التّغذيّة** ، وهي التي لا تقدر على إنتاج الموادّ العضوية حيث تستمدّها من أجسام أخرى . ويتعلّق الأمر بالحيوانات والنّباتات الطّفيلية والرّمامة ، وهذه الأخيرة تقتات من الموادّ العضوية المتفسّخة .

وهكذا يتكوّن كلّ نظام بيئيّ من أربعة عناصر

إن كل الأجسام التي تعيش على وجه الأرض تشكل ما يعرف بالحياة الأرضية المقسمة الى حياة فوأرضية وحياة تحأرضية . فالنباتات والحيوانات التي تعيش فوق الأرض تشكل المجموعة الأولى ، بينما تكوّن النباتات والحيوانات التي تعيش داخل الكهوف وتحت التراب المجموعة الثانية . كما أن الوسط المائي يعرف بالحياة المائية . وينقسم بدوره الى مجموعتين وهما الحياة الأجاجة المتمثلة في النباتات والحيوانات البحرية ، ثم حياة المياه العذبة المتمثلة في نباتات وحيوانات البحيرات والأنهار . وتعتبر الطيور والحشرات عموما من الحيوانات المتقلّبة .

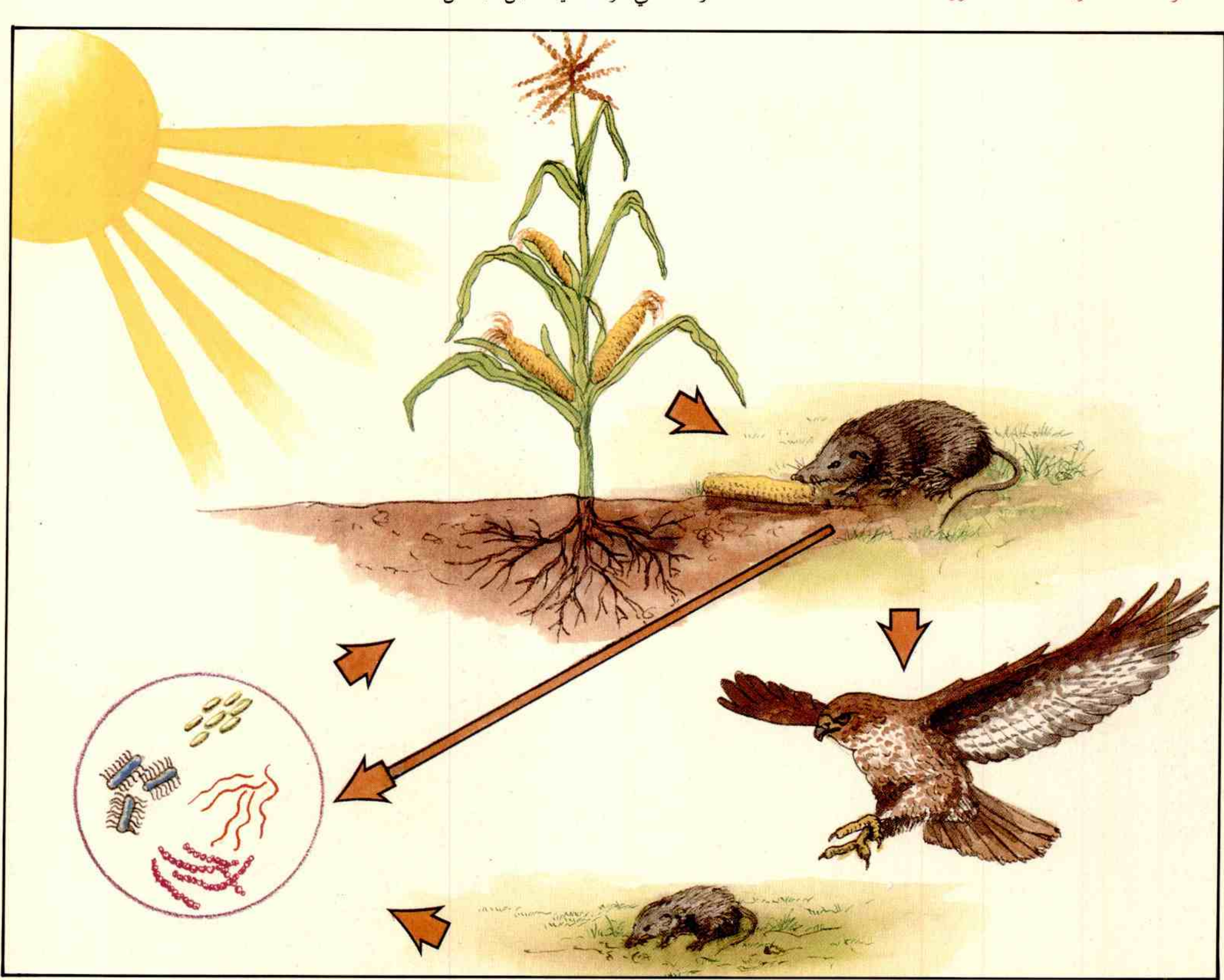


أساسية وهي على التوالي : **المواد اللاإحْيائِيّة** وتتمثّل في المواد العضوية والمعدنيّة الموجودة في التّربة أو الرّواسب المائية ، والأجسام الذاتية التغذيّة المنتجة للموادّ العضويّة ، والأجسام العضوية التّغذية **المستَهْلِكة** ، **والمستهلكة المجهريّة** التي تساهم في عملية تخريب الحتات العضويّ وبقايا الحيوانات والنّباتات ، وفي تحويلها الى عَناصر عضوية أكثر بساطة وقابلة للتّمثيل من قبل الأجسام المنتجة .

وسوف نقف طويلا عند التّمييز فيما بعد ، وقبل ذلك يجدر التأكيد على مايلي : فإذا كان بالامكان تواجد أنظمة بيئيّة محدودة جدّا وأخرى غاية في الاتّساع والامتداد ، فليس من الواقع في شيء أنّ امتداد الرقعة التّرابية يضمن حتما وفرة في الكائنات الحَيوانيّة والنّباتية . فيكفي أن نأخذ مثالا حيّا للتأكّد من ذلك ، وهو يتمثّل في الصّحراء الممتدّة على مئات الآلاف من الكيلمترات ، ومع ذلك لا تتوفّر سوى على تجمعّ إحيائي فقير ومحدود جدّا . وبالمقابل فإن ما يتيح الانتشار الواسع للأجسام الحيّة هو الظّروف الملائمة . ونعني هنا **بالانتشار** الذي لاينحصر عن مفهوم التّكاثر الكمّي والعدَدي ، بل يشمل كذلك مختلف

لماذا توجد عناصر منتجة وأخرى مستهلكة ؟

في الرسم أسفله ، تمثيل مبسّط لاحدى السلاسل الغذائية البسيطة : فالضوء والهواء والموادّ التي تحتوي عليها التربة هي المواد الغذائية بالنسبة لنبتة خضراء تقوم بتحويل المواد اللاعضوية الى موادّ عضوية صالحة للاستعمال . ويقوم الفأر (كمستهلك ابتدائي) بالتقوت من النبتة المنتجة ويصبح بدوره غذاء للصقر (المستهلك الثانوي) . وتستعمل نفايات الحيوانات من قبل البكتريات (المحلّلة) التي تعيد تحويل المركبات العضوية لجعلها قابلة للتمثيل من طرف العناصر المنتجة . وكما نلاحظ فالدورة كاملة .



كيف تحمى النباتات نفسها ؟

المناهج التي تلجأ إليها الأجسام الحيّة لاستغلال ملائم للظّروف البيئية المحيطة ، ولأجل ذلك يتمّ التّمييز في هذا المجال بين **الانتشار الايجابّي والانتشار السّلبيّ** . ومن بين الأمثلة النّموذجية لظاهرة الانتشار ما توفّره لنا الحيوانات المهاجرة ، فهذه الحيوانات تتوفّر على أعضاء حركية تمكّنها من التنقّل باستمرار بحثا عن ظروف حياتية أكثر ملاءمة ، وذلك على عكس النّباتات التي تكون على العموم قارّة ، ولا يتأتى انتشارها إلّا عن طريق انفجار ثمارها التي تقذف بالبذور إلى أبعد نقطة ممكنة عبر الرّياح أو أجسام أخرى أو عن طريق حفر التّربة والتوغّل بها بواسطة الجذور .

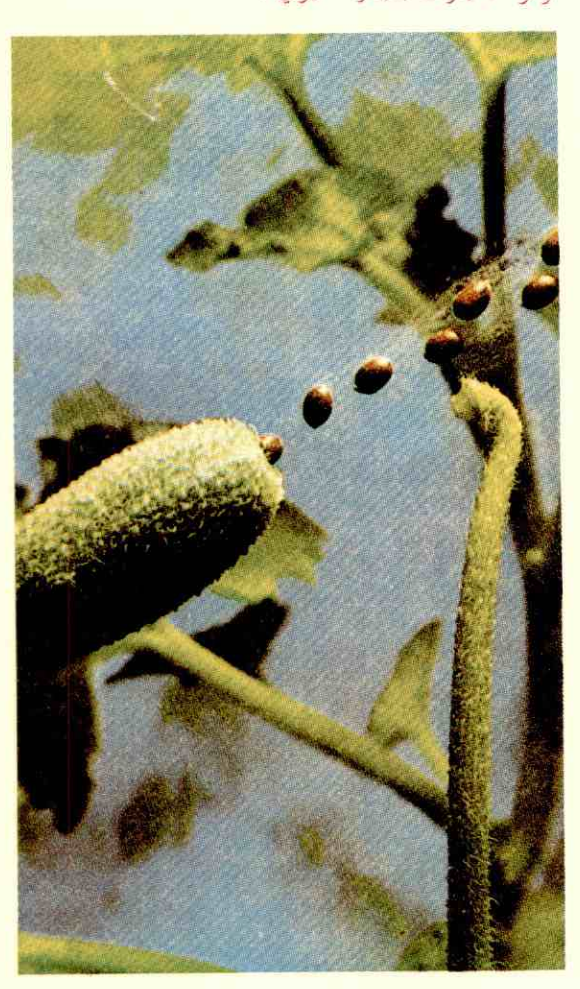
ولا تهمّ حالات الانتشار السّلبي سوى النّباتات التي تلجأ إلى الريح لتحقيق عمليّة تكاثرها في أماكن مختلفة ومتباعِدة . ويتعلّق الأمر في هذا الصّدد بالنّثر الرّيحي التلقيح ، كما تلجأ إلى الماء وتكون آنذاك إزاء التّلقيح المائي أو إلى الحيوانات حيث يصبح التّلقيح حيوانيّا . وباستثناء الأجسام الطّبيعية ، فمن الواضح أن للانسان قدرة غير محدودة على تحقيق انتشار الأجسام ، وذلك عن طريق الزّراعة وتربية المواشي والازدراع ، أي نقل الغراس من مكان إلى آخر .

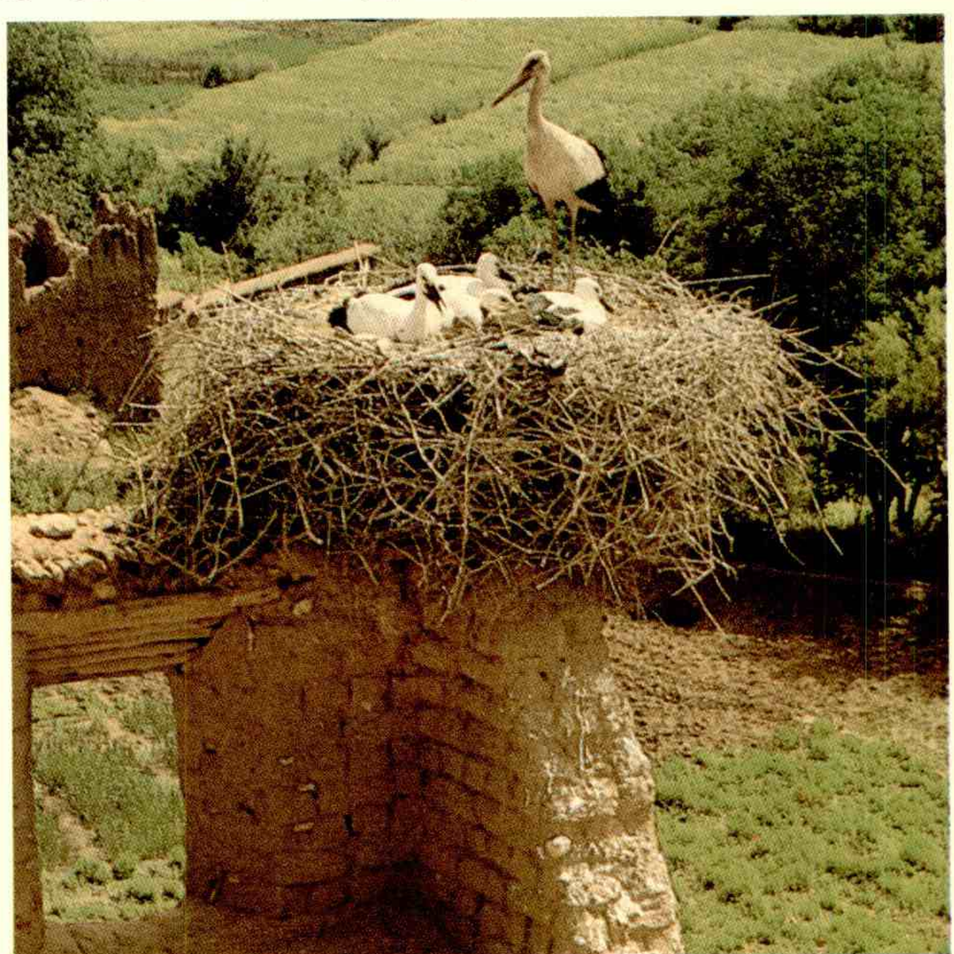
وكما أن وجود الأجسام النّباتية ذاتها مرهون بتوفّر



عندما نتحدث عن انتشار النباتات ، أي عن المناهج التي تطبقها النباتات لتحقيق نموّها في أحسن الظروف ، فإننا نفكر لا محالة في النحل الذي ينقل اللقاح (**الصورة أعلاه**) أو في الريح التي تنقل البذور (انتشار سلبي) . وهناك أشكال انتشار خاصة كما يظهر في **الصورة أسفله** : ويتعلق الأمر بصنف من الخيار يقوم بنشر بذوره بنفسه ، وعندما تنضج الثمرة تنفصل عن الساق تاركة فتحة تخرج منها البذور بفعل الضغط الحاصل داخل الثمرة .

الصورة جانبه : اللقالق طيور مهاجرة تمثل نموذجا للانتشار الحيواني . ومن منافعها مساهمتها في توزيع بذور النباتات وهو ما يعرف بالبذر الحيواني .





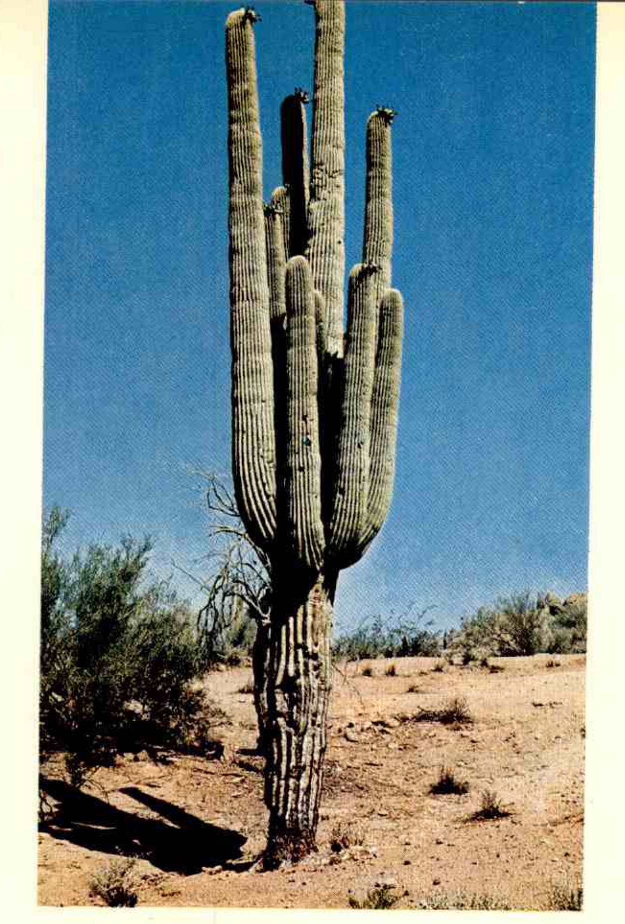
الظّروف الملائمة ، فإن انتشارها كذلك متعلّق بعوامل مختلفة ، منها الحرارة والملوحة والرّطوبة والضّوء وخصائص التّربة والرّياح .

وبالفعل ، فأغلب النّباتات تنمو في حرارة تتراوح مابين صفر درجة مئوية وخمسين درجة مئوية ، رغم أنّ هناك بعض الاستثناءات النّادرة المتمثّلة في النّباتات الشّديدة التقلّب مما يجعلها قادرة على تحمّل درجات حرارة تتراوح ما بين 150 درجة مئوية تحت الصفر و 88 درجة مئوية .

وعلاوة على ذلك ، فلكلّ نبتة مستويات دنيا ومتوسّطة وقصوى فيما يخصّ درجات الحرارة التي تتحملّها ، حيث تتعاقب بموجبها مراحل اليقَظة والتطوّر والاغفاء فيما يخصّ نُموّها . وتنقسم النّباتات من وجهة نظر كمية الحرارة التي تحتاج إليها ، إلى نباتات **ميغا حرارية** (مابين 40 درجة مئوية و 20 درجة مئوية) ونباتات **متوسطة الحرارة** (ميزو حرارية مما بين 20 درجة مئوية و 15 درجة مئوية) **ونباتات حُرَيْرِيَة** (مابين 15 درجة مئوية وصفر درجة مئوية) ثم نباتات **متجمّدة الحرارة** قادرة على النموّ في حرارات تقع دون درجة الصّفر المئوية .

أما فيما يخص الضوء ، فهناك نباتات ذاتية التّغذية ، تقوم بتركيب الموادّ المعدنية وتحتاج لذلك إلى كميّة كبيرة من الضّوء ، ونباتات عضوية التغذية قادرة على العيش والنّمو في الظّلام المطلق . ويتم التّمييز كذلك بين **النّباتات الشّمسية** وهي ذاتية التّغذية ، وتحتاج إلى كثرة الضّوء مما يجعلها في الغالب عالية ومتينة وكثيفة ، وبين **النّباتات الظّلّية** التي تنمو في أماكن يسود فيها الظّليل كنبت حِراج الغابات .

وتعَدّ الرّطوبة كذلك من عناصر التّمييز بين النّباتات . فكما رأينا في الجزء الخامس من هذه الموسوعة ، فإن الماء الذي يتنقّل ويدُور فوق وتحت الأرض ، **يقوم بتحليل الأملاح المعدنية التي تستعملها النّباتات فيما** بعد لتحقيق نموّها . وهكذا فمن البديهي أن تكون هناك نباتات تعيش في الأوساط المتفاوتة من حيث الرّطوبة ووفرة الموادّ المعدنية ، مما ينتج عنه تباين بين مختلف أصناف النّباتات . فهناك نباتات راطبة تتكيّف أكثر مع الأوساط



الرّطبة وتتميّز بوفرة أوراقها الرّقيقة، الغنيّة بالمسام التي تسهّل التنفّس اللّازم والتخلّص من كميات الماء الفائضة . كما أنّ هناك نباتات قتنة تتكيّف مع المناخات الجافّة وهي ذات

لماذا نصنف النباتات الى شمسية وظلّية ؟



في الصورة أعلاه نماذج من الصباريات وهي نباتات ميغاحرارية تتحمل حرارة تفوق العشرين درجة مئوية ، ذلك لأنها قتنة تتحمل المناخات الجافّة . ويمتلىء نبت حراج الغابات بنباتات ظلية لا تحتاج الى كمية كبيرة من الضوء (الصورة جانبه) .

ما معنى «العامل التُّربوي» ؟

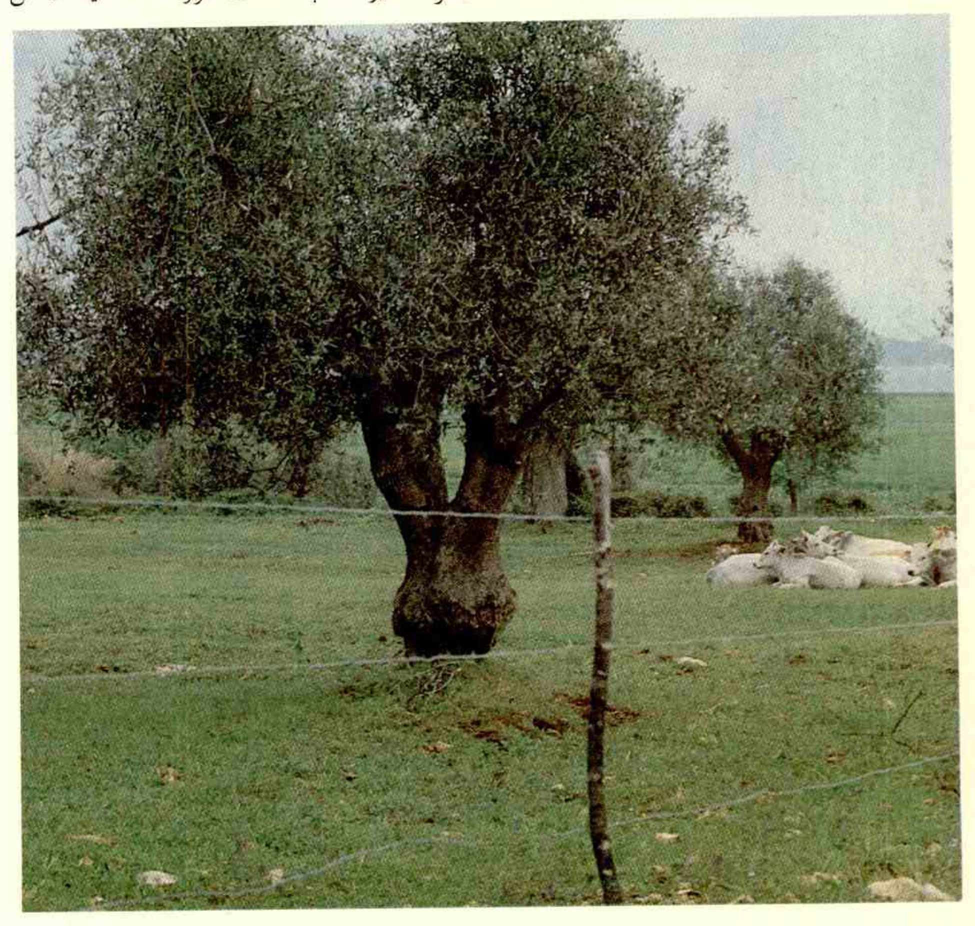
أوراق صغيرة وجذور طويلة تجلب الماء من أعماق التربة . وفي بعض الأحيان تتوفر بعض النّباتات القَتِنة وخاصّة منها الصّباريات ، على أوراق لحِمة وعصارية بفعل الماء الذي تختزنه والذي تحميه من حرارة الشّمس . أما النّباتات المتقلّبة فهي خاصّة بالمناطق ذات المناخ المتغير حيث تكون الرّطوبة الموسمية إما ضعيفة أو وافرة، ومن نماذج هذا الصّنف ، النّباتات التي تنمو في مناطق الرّياح الموسمية . وهناك صنف نباتي أخير تمثّله **النّباتات المائية** .

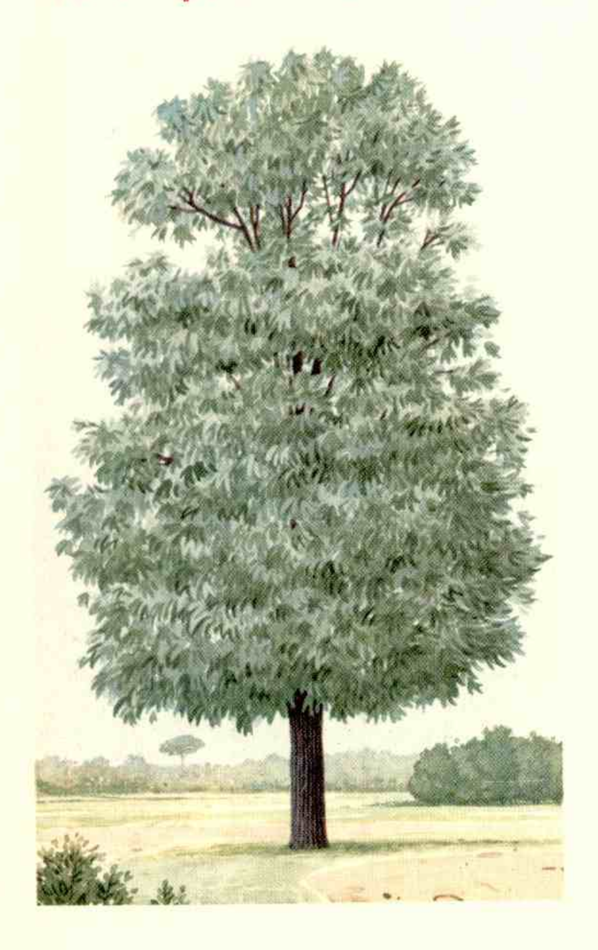
ومن جهة نظر التّربة المتمثّلة في التّحلّلات الكيماوية وبنية الأراضي ، يميّز العلماء مابين نباتات **كلسيّة** ونباتات **سيليسيّة** ونباتات **يجوجة** ونباتات **رمليّة** . فالنّباتات الكلسيّة ومنها شجر الزّيتون تُفضّل الأراضي الكلسيّة بينما تزدهر النّباتات السّيليسيّة في الأراضي الغنيّة بالسّيليس ومنها شجرة الكستناء ، أما النباتات اليجوجة فتنمو وتنتشر في التّرب التي يكثر بها كلورور السوديوم ، في حين تعيش النّباتات الرّملية في الأراضي الرّمليّة .

وقد تركّب العوامل السّابقة الذكر فيما بينها أو تعمل مستقلّة بعضها عن بعض ، لتنتج عنها تجمّعات نباتية تعكس الظّروف المناخية التي نمت فيها والتّنظيم النّباتي الذي يخضع له والتّوزيع الجغرافي الخاصّ بها . ومن الواضح أن هذه العناصر الأخيرة تلعب كذلك دورا حاسما فيما يخصّ التّباين الحاصل على المستوى الحيواني ، مع اختلاف أساسيّ يكمن في توفّر الحيوانات على إمكانيات التنقّل والتكيّف مع البيئة بكيفية أكثر ملاءمة وفعّالية . ومن جهة أخرى تمتاز الحيوانات بقدرتها على تحمل تغيّرات الحرارة حيث تصنف من هذا المنظور ، حسب حرارتها الباطنية إلى حيوانات **مسعورة** أي ثابتة الحرارة وحيوانات **متغيّرة الحرارة** تُعرف خطأ بالحيوانات «ذات الدّام البارد» . وبإمكان الحيوانات المسعورة أن تنتج الحرارة بفضل تنفسها ، ممّا يمكنّها من الاحتفاظ بحرارة باطنية قارّة مستقلّة تماما عن حرارة الوسط الخارجي الذي تتحرّك فيه . وتقوم الحيوانات المتغيّرة الحرارة باتّخاذ تدابير وقائية ودفاعيّة تتمثّل في ظواهر غريبة كالنّوام والخُمال ، تجعلها في مأمن من الحرارة المفرطة في الانخفاض أو الارتفاع .

وهناك أجسام تعيش في المياه البحريّة وسط البحار المغلقة أو المحيطات الواسعة . وتجدر الاشارة في هذا الصّدد إلى تباين المناطق المحيطية والبحرية وتصنيفها حسب

تصنف النباتات من حيث التربة التي تنمو بها إلى كلسية وراملة ويجوجة ورملية ، ومن بين النباتات الراملة اخترنا شجرة الكستناء التي تظهر في الصورة أسفله ، أما في الصورة جانبه فتبدو نبتة كلسية وهي شجرة الزيتون .





خصائصها المتعلّقة بدرجات عمقها ، فالمنطقة العميقة يصل عمقها حوالي مائة متر والمنطقة القعريّة يصل عمقها مائتي متر والمنطقة المحيطية العميقة بتراوح عمقها مابين مائتي وثلاثمائة متر والمنطقة العميقة الموالية تبلغ من العمق خمسمائة متر ، أما المنطقة اللجيّة فتقع تحت مستوى

ما هي الحيوانات «ذات الدم البارد» ؟





تصنف الحيوانات من وجهة نظر درجة حرارتها الباطنية الى مسعورة ومتغيرة الحرارة . فالصنف الأول حيوانات قادرة على انتاج الحرارة بفضل تنفّسها ممّا يجعلها تحافظ على نفس درجة الحرارة الباطنية ، حيث تتمكّن بذلك من تحمّل درجات الحرارة الأكثر انخفاظا أو الأكثر ارتفاعا . (الثدييات مثلا) . أما الصنف الآخر المعروف كذلك بالحيوانات ذات الدم البارد فهو لا يتحمل درجات الحرارة البالغة الارتفاع ويضطر الى اتخاذ تدابير دفاعية كالسبات أو الخمال . والدب في الثدييات التي تلجأ الى السبات في فصل الشتاء (الصورة اعلاه) .

أعلاه، صورة للزقزاق (المعروف كذلك بالدّمشق أو أبو الرؤوس) وهو مسعور أي ثابث الحرارة على غرار سائر الطيور . أما الثعابين (الصورة أعلاه) والزواحف بصفة عامّة فهي حيوانات متغيرة الحرارة ويظهر في الصورة الجانبية أسفله قاطور وفي الصورة جانبه إغوانة .

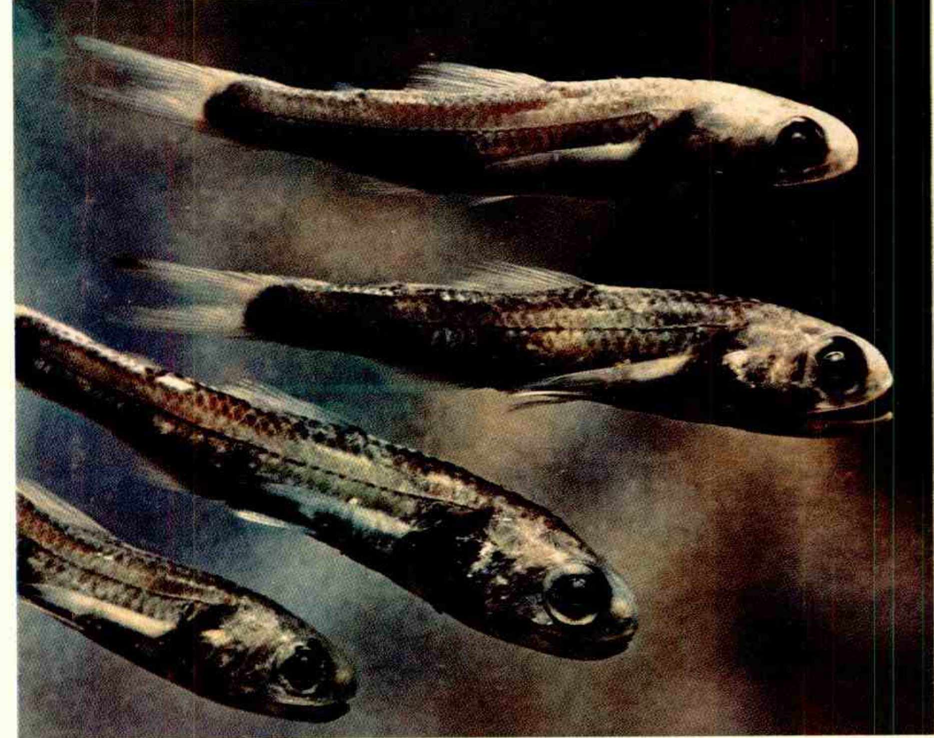






ما الفرق بين العلق والنباتات القعرية ؟







الخَمسمائة متر من العمق ، وهي تحتضن في غالب الأحيان حيوانات ذات أشكال غريبة وبكتريات مختلفة .

وتنقسم حيوانات البيئة المائية إلى حيوانات مترجرجة وحيوانات قعرية .

وتتمثّل الحيوانات المترجرجة أو المتموّجة في **علق البحر والنّيكتون** . ويتكوّن **علق البحر** من الأجسام المجهريّة المعلّقة في الماء المجرّدة من الأعضاء الحركيّة أو المتوفّرة على أعضاء صغيرة بدائية ، أما النّيكتون فتمثّله الأجسام ذات الأعضاء الحركية المتطوّرة والفعّالة كالأسماك والرّخويات والحُوتيات . وبالمقابل ، **فالقاعيات** تحتل قعر الأحواض وتتكوّن من الأجسام الدّقيقة والأجسام الكبيرة الحجم . أما الحيوانات اللجيّة التي تعيش في أعماق المحيطات فتتكون من الاسفنجيات والقشريات والأسماك والرّخويات وكلّها تتوفّر على أعضاء ضوئيّة .

وتصنّف هذه الحيوانات حسب درجة تحمّلها لتغيّرات الملوحة ، حيث هناك الأنواع **الأوريالينيّة** التي تتحمّل التغيّرات المهمّة ، والأصناف **السّتينوالينيّة** التي لا تستطيع التكيّف مع طبيعة البحار الهائجة لأنّها عاجزة عن تحمل أدنى شكل من أشكال التقلّبات الملحيّة .

° ° ° °

من خلال هذه المقدّمة ، عرضنا بكيفية وجيزة كلّ المواضيع التي سنتطرّق لها بالتّفصيل في هذا الجزء . وكان هدفنا هو إجلاء الاختلافات الموجودة بين بعض الأوساط الطّبيعية اعتمادا على نعت الأشياء بأسمائها ومصطلحاتها العلمية . وسوف نقوم في الفُصول اللاّحقة بتحليل مسهب لمختلف الأنظمة البيئيّة .

وسنرى في الفصل القادم كيف تتدخّل العوامل الخارجية لتؤثّر على حياة الأجسام الحيّة ، وطبيعة ردّ فعل الأصناف الحيوانية والنّباتية إزاء الظّواهر الطّبيعية باستعمالها لآليات دفاعيّة وانتظامها في مجموعات وقيامها بصراعات و «حروب» فيما بينها .

تنقسم نباتات الحياة المائية الى نباتات متموّجة كالعلق وإلى نباتات قعرية . وهناك أيضا النباتات اللجيّة المكوّنة من أجسام خاصة كيّفت حياتها مع انعدام الضوء ومع الصراع الحادّ (الصورة أعلاه) .

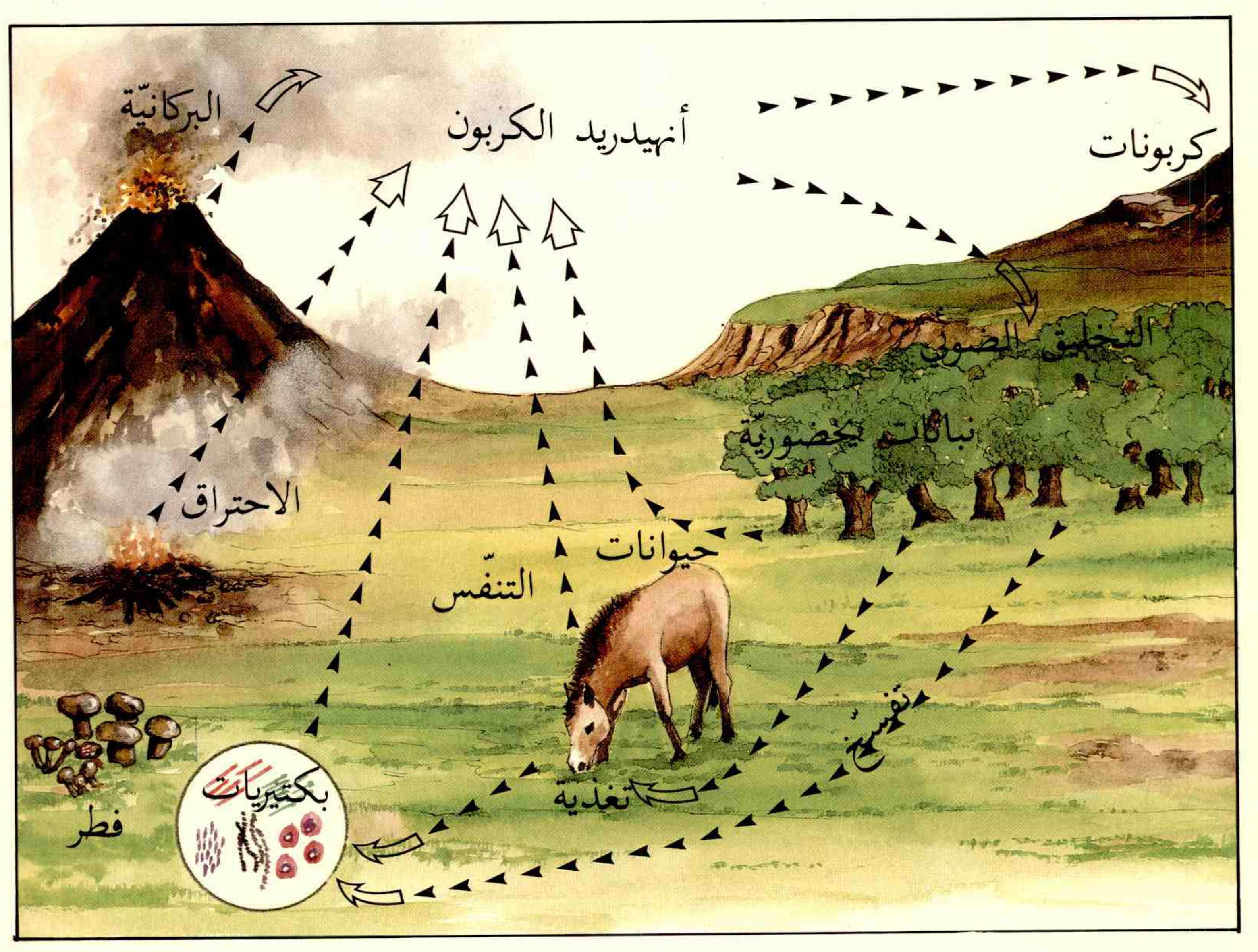
الصورة جانبه : شاطىء مغطى بالقوقعات . وتمثل الشواطىء المسكن الطبيعي لعدة أشكال حيوانية من النوع القادر على تحمّل تغيّرات ملحيّة هامة .

المحيط الحيوي
ودَوَرَاته

الدّورات الغذائيّة للمحيط الحَيويّ :

من خلال المقدّمة السّابقة ، يمكن استخلاص قانون الحياة العامّ بالنّسبة للحيوانات أو النّباتات ، وهو قانون يقوم على مبدإ **التّوازن** . فكلّ الأشكال الحيّة في توازن بعضها مع بعض . ويحظى هَذا القانون بتأكيد وترجيح بالغين من لدن أولئك الذين يرون في الطّبيعة نظاما سائدا وساميا كان للانسان وحده دور كبير في زعزعته والاخلال به طوال مرحلة تطوّره الاقتصادية .

ومهما كانت نقطة الانطلاق في سلسلة المبادلات التي تطبع الوحدة الحياتية ، فإنه بعد استكمال الدّورة الكاملة ، يتم الرّجوع في نهاية المطاف إلى نقطة البداية . وسواء تعلّق الأمر بالماء أو الطّاقة أو الأزوت أو الكربون ، فإن العامل السّائد بشأنها هو الدّورة . وهكذا ، فالنّباتات الذّاتية التّغذية تمتصّ الطّاقة الشّمسية وتستعمل ظاهرة التّخليق الضّوئي ثم تعيد توزيع هذه الطّاقة في أشكال مختلفة لفائدة أجسام حيّة أخرى ، تستطيع بدورها إيصالها إلى أشكال أخرى إلى أن تعود الطّاقة المستعملة إلى الفضاء



الرسم الصفحة جانبه : دورة الكربون .

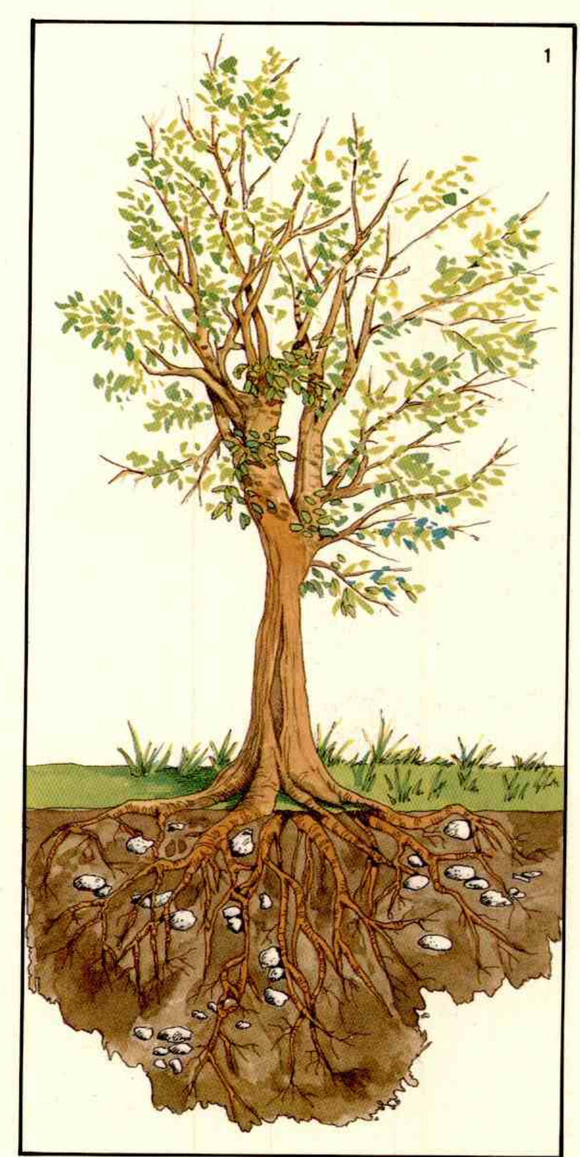
تلعب النباتات بصفة عامة والخضراء بصفة خاصة دورا هاما في المحيط الحيوي لأنها تكون أساس كل السلاسل الغذائية. فوظيفتها لا تنحصر عند ضمان الغذاء الأولي للعواشب بل تمتد الى امتصاص المواد المعدنية من التربة وتحويلها إلى مواد يستعملها الانسان والحيوان .

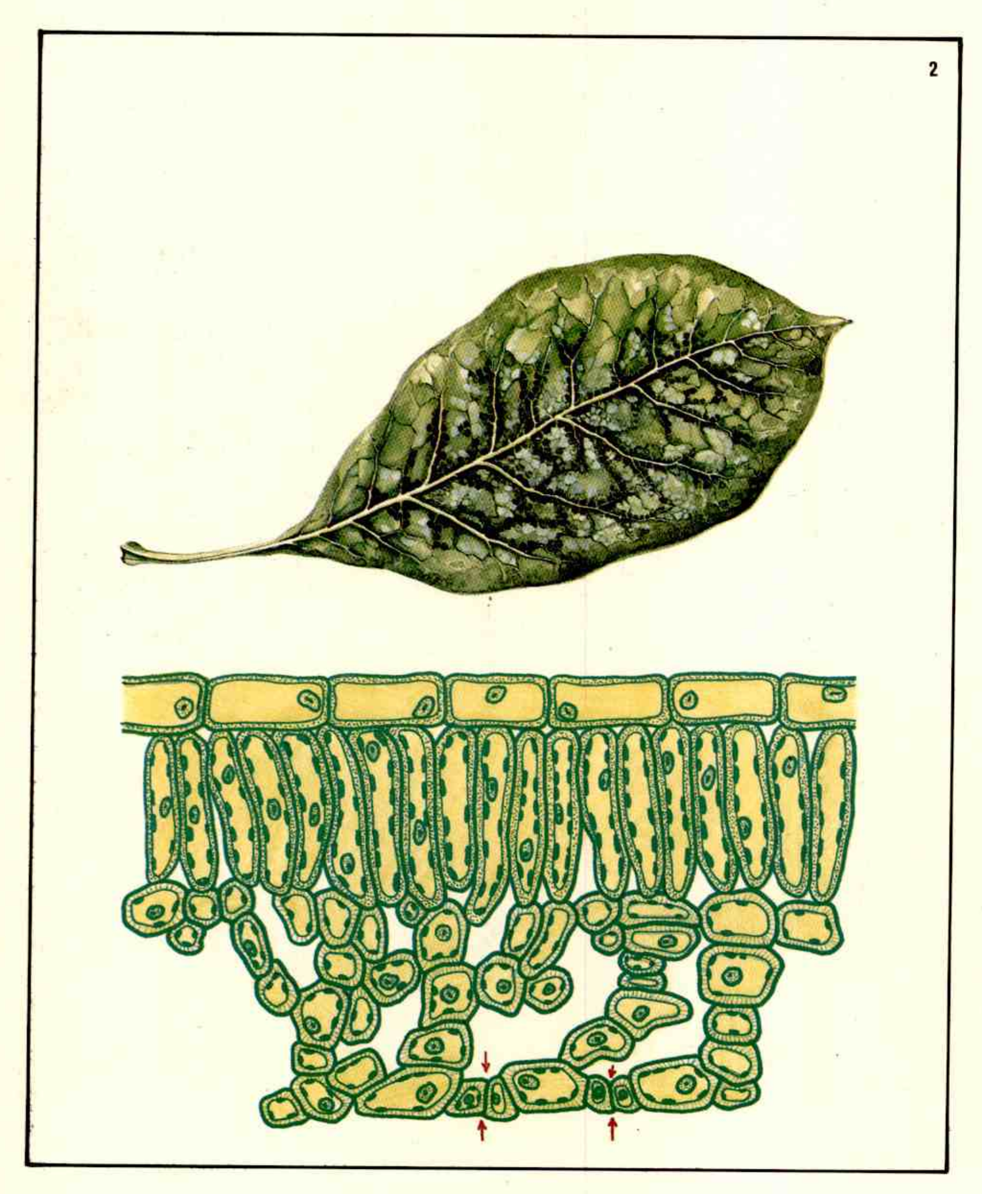
في الرسم 1 : تمثيل لهذه الوظيفة التي تتم من خلال نشاط الجذور الممتدة في التربة بحثا عن الماء والمواد الغذائية. وتقوم الأوراق بإنجاز عملية التبادل الغازيّ بين الأوكسيجين وأنهدريد الكربون، وهو تبادل يتمّ بفضل الخصائص المورفولوجيّة للورقة وكذلك بفضل عروقها ومسامّها (بالأحمر في الرسم 2) .

الأصلي . ولو أن ذلك لم يحدث ، ولم يسترجع المحيط الجويّ طاقته لتضاعفت حرارة الأرض إلى ما لانهاية واستحالت معها أدنى أشكال الحياة الممكنة .

وبنفس الكيفيّة ، تقوم النّباتات بامتصاص المواد الغير العضوية من التّربة والماء الموجود بها ثم تثبتها على شكل ذرّات عضويّة تستغلّ كغذاء للحيوانات والنباتات الأخرى والأجسام المجهريّة . وحسب قانون الدّورة فإنه في فترة من الفترات ، تقوم الموادّ التي تفرزها الحيوانات بإعادة تكوين طبيعة التّربة قبل أن يعاد امتصاصها من قبل النّباتات ، التي تعاد الدّورة على مستواها . واسترجاع التّربة للموادّ العضوية المنتوجة من الوظائف التي تنجزها العوامل المحلّلة ويوجد منها عدد كبير. ولذلك فتدخّل الانسان ليس ضروريا لتوفير الطّاقة اللاّزمة ولا لتوفير المحلّلات الكثيرة، ولكنه قد يلعب دورا هامّا في اختصار الدّورة. فإذا كانت المبادلات داخل الدّورة تشكّل دفقا مسترسلا ينطلق من

لماذا تعتبر النباتات الخضر أساس كل دورة ؟





لماذا تكون سيقان النباتات صلبة ؟

النّباتات الخضر في اتجاه النباتات الخضر ، فإنه بإمكان الانسان أن يعَجّل هذا الدّفق بجعل الأرض أكثر خصوبة على مستوى العوامل المنتجة .

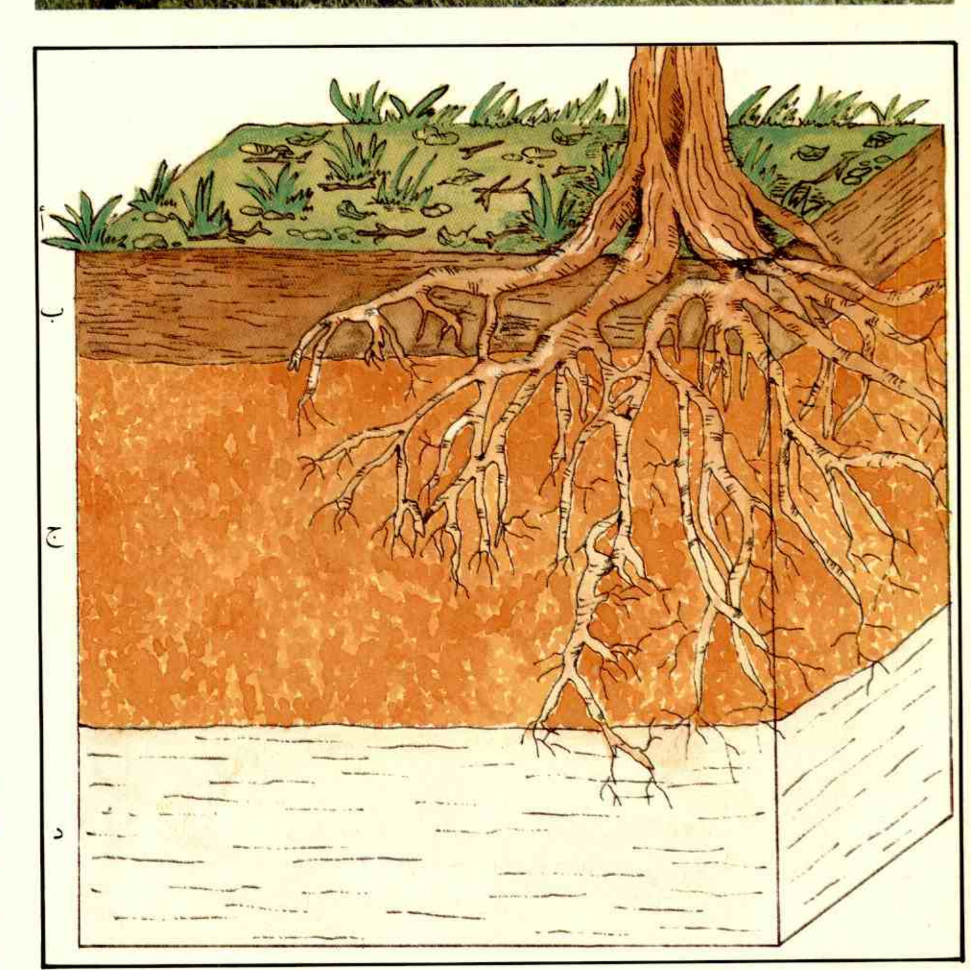
وفيما يلي تفصيل مدقّق لمختلف دورات المحيط الحيويّ .

ففي الجزء الخامس من هذه الموسوعة (الفصل الأول : المحيط الجوّي) ، رأينا أن الأرض تتلقّى حوالي 47 بالمئة من الاشعاعات الشّمسية السّاقطة . ومما لا ريب فيه أنّ الكميّة الطّاقية التي تبدو ضئيلة في الواقع ذات أهميّة قصوى . والجدير بالذّكر أنّ واحدا بالمئة فقط من هذه الطّاقة الملتقطة يستعمل من قبل النّباتات بينما الباقي يثير التبخّر وينعكس على السّطح ثم يعود إلى الجوّ على شكل حرارة ، ولنتذكّر أن الأشعّة التي ترسلها الأرض ذات طول موجة دُون أشعّة الشّمس ، وأن قوتّها الحرارية غاية في الارتفاع .

ويتمّ امتصاص النّباتات للطّاقة عن طريق الخضابات المشكّلة من ذرّات شديدة التلوّن ، تستعمل بمثابة ملتقطات الاشعاع الشّمسي الكثيف . وعلى مستوى الخضابات ، يقوم اليخضور (الكلوروفيل) بانجاز أصعب مهمّة وأهمّها حيث تمتصّ الضّوء الأزرق والضّوء الأحمر . كما توجد بالنّبتة خضابات أخرى تقوم مجتمعة بتسهيل استعمال كلّ أطوال المواجات الموجودة في الطيف الشّمسي . وتكمن مهمّة هذه الخضابات في استعمال الطاقّة الشّمسية لاثارة سلسلة من التّفاعلات الكيماوية التي تؤدّي إلى نقل ذرتين من الهيدروجين ، من ذرّة مائية إلى ذرّة أنهدريد الكربون . ويحدث ذلك نظرا لكون المنتوجات المحصل عليها والمتمثّلة في الأوكسيجين وهيدراتات الكربون (المكوّنة من الكربون والهيدروجين والأوكسيجين) تحتوي على كميّة طاقية تفوق طاقة العناصر الأوّلية أي الماء وأنهدريد الكربون . وبصفة خاصة ، فإن الطّاقة المفرطة الموجودة في هيدراتات الكربون (أي الأوكسيجين المنتوج والمرسل في الفضاء) بالامكان استرجاعها ، وذلك ماتقوم به الأجسام بفضل عملية التنفّس وهي سيرورة تركّب بين هيدراتات الكربون وبين الأوكسيجين ، وتشكّل الأجسام للتزوّد بالطّاقة الضّرورية لبقائها .

ومن بين العناصر التي تنتقل خلال عملية التخّليق الضّوئي ، من الشّكل اللاّعضويّ إلى الشّكل العضويّ ، هناك **الكربون** . فبعد انتهاء التّحويل ، يتمّ استعمال جزء من **الكربون المثبّت** الذي **تعرّض لعمليّة التّحويل، من قبل** النّباتات لتحقيق أنشطتها الانجاعية كتركيبها لذرّات أخرى بنفس أهمية الاحماض الأمينيّة ، بينما يودع الجزء الآخر على





الخليّوز عنصر غاية في الأهمية بالنسبة للحيوانات وكذلك بالنسبة للانسان الذي يصنع منه الورق . والنباتات هي التي تنتج الخليوز وخاصة منها بعض الأنواع مثل شجرة الحور (الصورة أعلاه) .

أسفله ، رسم يمثل التنضيد الموجود في تربة نموذجيّة فهناك التربة التي توجد بها النباتات ثم طبقة سطحية (أ) مكونة من حتات الحيوانات والنباتات ، فطبقة غنية بالموادّ العضويّة (ب) ثم تحت الأرض (ج) فالصخرة الأمّ (د) .

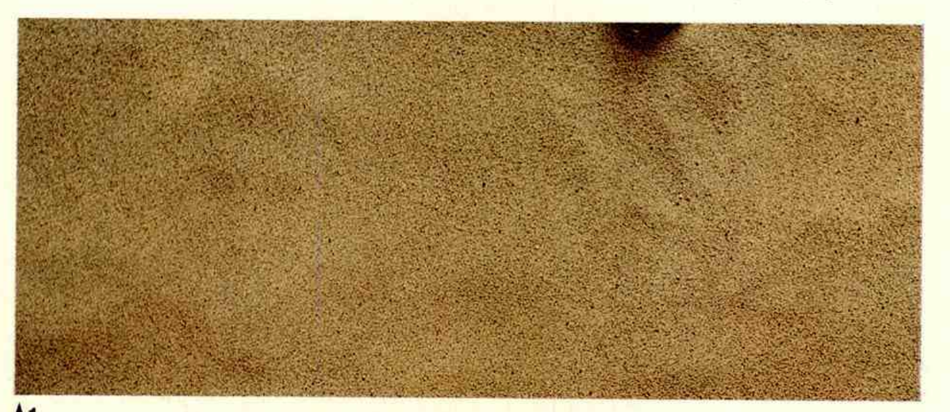
شكل **سكّر عدادي** متمثّل في ذرّات مكوّنة من اتّحاد العديد من وحدات السكّر البسيط . وفي النّباتات يكون السكّر العدادي الشّائع هو **الخليّوز** ، وهو مادّة ليفيّة تخوّل الأوراق والأغصان صلابتها (أنظر الجزء السّابع ، الفصل الأول) . ويلعب **النّشاء** (الأميدون) كذلك دورا أساسيا ضمن أنواع السكّر العدادي ، وهو يوجد عادة متجمّعا على شكل حبّات وعساقل وأرمولات وبصلات ، وتكمن أهمية هذين السّكرين العداديين في كوْن الحيوانات تستمّد كلّ طاقاتها الضّرورية من تحليل الخليّوز والنّشاء على إثر سيرورات مباشرة أو غير مباشرة .

وهذان السّكران العداديان متشابهان من حيث شكلهما . فهما عبارة عن سلاسل طويلة من وحدات الغلوكوز . وبصفة عامّة ، تنتج النّباتات الخضر كميّة هائلة من الكَربون المثبّت تقدر ب 150 مليار طنّ سنويا ، وهي كميّة تفوق دون شك حاجيات باقي مكّونات الدّورة الحيوية بما فيها الانسان ، إلّا أن الافراط في الانتاج لا يدعو للقلق لأنه يضيع على مستوى مختلف مراحل السّلسلة الغذائية ، أي حين ينقل الكربون المثبّت من النّباتات المنتجة إلى مختلف العناصر المستهلكة من الدرجات الأولى والثّانية والثّالثة . فمثلا ، للحصول على كيلوغرام من السّمك ، يلزم أن يمّر مالا يقل عن مائة طن من الطّحالب عبر السّلسلة الغذائية مخلصّة بذلك كميّة هائلة من الطّاقة المتجمّعة ، على شكل حرارة . ويستنتج من ذلك أن كميّة الطاقّة الضّرورية للانسان لكي يقوم باستغلال ملائم للموارد الزّراعة ، هي بالضّبط نفس الكميّة التي تحتاج إليها النّباتات لتحويل موادّ لا عضوية إلى موادّ غذائيّة .

كيف تتغذّى النبتة ؟

وفضلا عن ذلك ، فالمتطلّبات الغذائيّة للنّباتات غاية في البساطة ، خاصّة لدى مقارنتها بحاجيات الانسان والحيوانات الرّاقية . وكما أشرنا إلى ذلك سابقا ، فالنّباتات تعيش بعدد جدّ محدود من الموادّ اللّاعضوية من أهمّها الماء والأوكسيجين وأنهدريد الكربون . وهذان العنصران موجودان في كلّ مكان لأنّهما متضمّنان في المحيط الجوّي ولو بمقاييس غير متكافئة (فالأوكسيجين يمثّل 21٪ من الكتلة وأنهدريد الكربون 0،04 ٪ أنظر الفصل الأول من الجزء الخامس من هذه الموسوعة) . وبالمقابل فالماء ينفرد بتوزيع خاصّ على الكرة الأرضية ، ويمكن لندرته أن يسبّب في مشاكل تخصّ النموّ . وتتوقف حياة النّباتات على جملة ستّة عشر عنصرا ضروريا ، يختصّ كلّ منها بدَورة ، أي بالانتقال عبر أشكال مختلفة لينتهي به المطاف إلى الشّكل الأصليّ .

فالأزوت والكَلسيوم والبُوتسيوم عناصر موجودة بكمّيات مرتفعة مقابل عناصر أخرى أقلّ ضرورة لحياة النّباتات ومنها الفُوسفور والحديد والزّنك والموليبدين



▲1



▲2

3▼



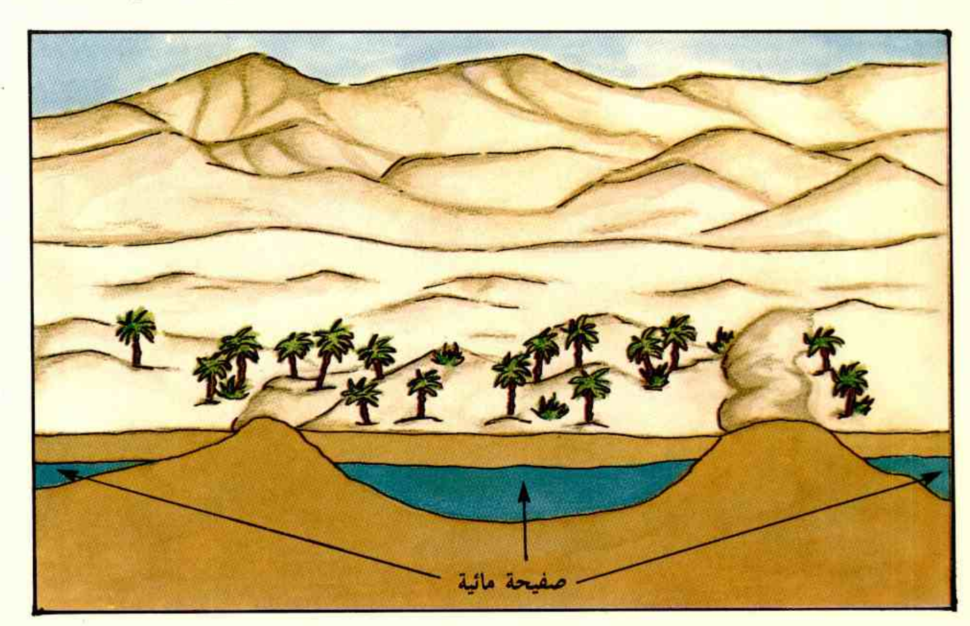
يمكن للنباتات أن تنمو وتنتعش بكيفيات متفاوتة حسب تكوين التربة . فالترب المرملة مثلا لا تتيح الزراعات الكبيرة لأن الماء لا يبقى طويلا في التربة . أما الترب الغنيّة بالصلصال فهي تحتفظ بالماء مدة أطول . **في الصورة :** رمل ؛ 2 . حصى ؛ 3 صلصال .

كيف يتم تبادل الكاتيونات ؟

والنّحاس والمنغنيز والبورون والكلور والمغنيسيوم . وبعض هذه الموادّ لا توجد منها في بعض الأحيان سوى آثار طفيفة .

وباستثناء العناصر التي يوفّرها كل من الماء والهواء فالعناصر الحيوية لابد لها أن تتواجد في التّربة التي تصبح طبيعتها وتركيبها عوامل ضرورية لضمان نمو ملائم للنّباتات .

وقد رأينا سابقا (الجزء الخامس ، الفصل الأخير) أن





التربة تتشكّل على إثر التّحوّل الآلي والكيماوي الذي تتعرّض له الصّخور ، وتتوفّر على بنية منضّدة بفعل التّأثيرات البيولوجية على مختلف الأشكال الحيّة . ويكون عدد الطّبقات الظّاهرة في مقطع عمودي أربعة وهي كالتّالي :

أ – طبقة سطحيّة مكوّنة من بقايا الحيوانات والنّباتات ، ب – وطبقة غنيّة بالموادّ العضوية ، ج – والتّحتربة (التّربة التّحتيّة) ، د – ثم الصّخرة الأمّ . وتنقسم العناصر المعدنيّة التّي تشكّل التّربة ، حسب مقاييسها ، إلى غرين (طمي) ورمل وحصى وطين (وقد عرفنا كلّ هذه المصطلحات في الجزء الخامس من هذه الموسوعة) .

وتجدر الاشارة إلى أهميّة وظيفة الدّبال أو التّربة العضوية السّطحية المتراكمة في الأراضي الملائمة لها . ويشترك الحصى والرّمل والطّمي في بعض الخصائص التي تماثل خصائص الصّخرة الأم التي تعتبر مصدر نشأتها وتكوّنها ، أمّا الطّين والدّبال فهما مادّتان غروانيتان ، وتتميّزان بقابلتهما للاحتفاظ بالموادّ الغذائية المعدنيّة .

ومن الواضح أن لحجم الجزيئات السّطحية تأثير على إمكانيات نموّ النّباتات ، ذلك أنّ الأراضي الرّملية ذات المساميّة المرتفعة ، تسمح للماء بالتسرّب بسرعة ، ممّا يمنع الجذور من الاحتفاظ بالسّائل الثّمين ، ويثير تشتّتا فوريا للموادّ المحلّلة . ومن بين خصائص الأراضي الطّينيّة أو الصّلصالية على العكس من الأراضي الرّملية ، تميّزها بالشّعريّة الملائمة للاحتفاظ بالماء ونقل الموادّ الغذائية ، الّا أنّ وجود الطّين بمقادير مفرطة يجعل التّربة دائمة التبلّل بالماء مما يعوق تنفّس الجذور .

وللموادّ الغروانية أهميّة قصوى بالنّسبة للزّراعة ، وبصفة عامّة بالنّسبة لنموّ النّباتات ، وذلك لأنّها تقوم بامتصاص الأيونات المعدنيّة . كما أنّ الذرّات الغروانية تتوفّر على شحنة كهربائية سالبة تجتذب الأيونات المشحونة موجبا ، أي الدّالفات المهبطيّة (أو الكاتيونات) ويساعد ذلك على التقاط العناصر الغذائية التي بدون هذه العملية قد تتبعثر تحت تأثير تسرّب الماء عوض أن تستعملها النّباتات لتحقيق نموّها . وعلاوة على ذلك ، فالرّوابط التي

إن العوامل المخصبة للتربة متعددة ومتنوعة . فحتى الصحراء تتيح الحياة النباتية عندما يكون حقل مائي تحت التربة كما يظهر في **الرسم أعلاه** . ومن بين الترب المتوفّرة على الماء خلال فترات معينة من السنة ، هناك ترب تمكّن من استغلال فلاحي مكثّف وتبدو في **الصورة جانبه** تربة ملائمة لزراعة الذرة .

تجمع بين الدّالفات المهبطيّة (الكاتيونات) تكون عادة ضعيفة جدّا وتمكّن من استبدالات متعاقبة نذكر منها على سبيل المثال استبدال أيونات البوتسيوم بأيونات السّوديوم التي تستبدل بدورها بأيونات المغنيسيوم ، الخ ... وفي نهاية المطاف نصل إلى مستوى أيونات الهيدروجين التي تتشكّل بصفة دائمة بفضل ما تشهده التّربة من تحليل لأنهيدريد الكربون ، الذي ينتج عن تنفّس الجذور وتبديد هيدراتات الكربون . ويقوم دور أيونات الهيدروجين المخلّصة على تسهيل تبادل الكاتيونات التي يتمّ استعمالها تدريجيا لتحقيق نموّ النّباتات .

ويجب ربط قابلية التّبادل التي تميّز الكاتيونات بما تشتمل عليه التّربة من دبال وطين . فالدّبال بصفة خاصة قد يكون أكثر تفاعلا من أي عنصر آخر رغم أن أغلبية التّرب لا تتوفّر منه سوى على كميّات قليلة جدّا . ومن جهة أخرى ، لا يجب الاعتقاد أن نباتا أرهما مرهون بكثافة إنتاج التّربة التي يوجد بها . ذلك أنّ المناطق الحارّة الرّطبة في النّقط الاستوائية غنيّة بالنّباتات ، رغم أن تربها غير صالحة للزّراعة لكونها مفتقرة إلى الدّبال ولأن أنواع الطّين التي تكونّ التّربة نفسها قليلة التّفاعل إزاء تبادل الكاتيونات . أما النّباتات المزدهرة هناك فهي مكيفة مع كثافة تسرّب الماء حيث تمتص بسرعة كلّ الموادّ الغذائية قبل أن تبعثرها المياه . إلّا أنّ هذا التّوازن عارض وظرفي وقليل المردوديّة بالنّسبة للزّراعة . وقد فشلت كلّ المحاولات الرّامية لاستدراك هذا النّقص .

وتعدّ درجة تركيز أيون الهيدروجين (التي تقاس بها الحمضيّة والقلويّة في التّربة) ، عنصرا حاسما آخر في تحديد التّربة . فإذا كانت تربة ما ذات درجة تركيز أيون الهيدروجين يُعادل أو يفوق تسعة أي حين تكون مفرطة القِلويّة ، أو درجة تعادل أو تنخفض عن أربعة حين تكون مفرطة الحمضيّة ، فهي تكون مضرّة بالجذور حيث تمنعها من النمّو .

ولدى فارق يقع بين أربع وتسع درجات ، فإن العمل المباشر لدرجة تركيز أيّون الهيدروجين يبقى بدون تأثير ، في حين يكون عملها الغير المباشر ذا أهميّة قصوى على اعتبار أن بعض العناصر الكيماوية السّالفة الذّكر لا يمكن أن تمثّلها النّباتات نظرا للقيم الخاصّة التي تتوفّر عليها على مستوى الحمضيّة والقِلويّة . وينطبق الأمر على الفوسفور الذي يصبح عقّيدا في التّرب الشّديدة الحمضيّة ، وبالمقابل ، ففي التّرب الرطبة الحامضة ، لا يمكن للأزوت أن يثبتّ مما يجعل التّبديد العضوي مستحيلا .

وهناك عنصر أخير ذو أهميّة في تحديد التّربة ، ويتمثّل في السكّان ، أي عدد ونوع الأجسام التي تعيش بها . وقد قدر أنه إلى غاية عمق ثلاثين سنتيمترا يحتوي كيلمتر مربّع واحد من التّربة على حوالي سبعة أطنان من الأجسام الحيّة على شكل بكتريات وفطور وحلقيّات وحشرات وغيرها . ومن الواضح أن خصائص التّربة لا يمكن أن تكون مرهونة بكتلة حيوية من هذا القبيل . فهي في الواقع المسؤولة عن تفسّخ الموادّ العضوية وتحويلها إلى مركّبات غذائية أكثر بَساطة وقابلة للتّمثيل من قِبل النّباتات .

ومجمل القول ، فهذه الكائنات تتغذّى من بقايا الحيوانات والنّباتات وتصلح بدورها كغذاء لجذور النّباتات على شكل برازات ونتاجات الاتلاف والتّخريب . وعلاوة على ذلك فإنّ لها دورا مهمّا في تهوية التّربة .

وبإمكان النّباتات أن تنمو ، على غرار الحيوانات ، في أوساط أكثر ملاءمة لطبيعتها حين تتوفّر لها هناك العناصر الضّرورية لنموّها ، بحدّ أدنى من المقادير الضّرورية إلّا أنه حين لا تتواجد كلّ العناصر الّا بمقادير دنيا ،

ما هي العناصر الضرورية لغذاء النباتات ؟



إن آخر عامل يتميّز التربة هي السكن الذي يعيش بها . فالخراطين والطوابين والحشرات بصفة عامة تعيش تحت الأرض وتؤثر في دورة الماء والهواء ، وهي احيانا مسؤولة عن تبادل العناصر الغذائية للنباتات .

في الصورة : عش نمل تحارضي .

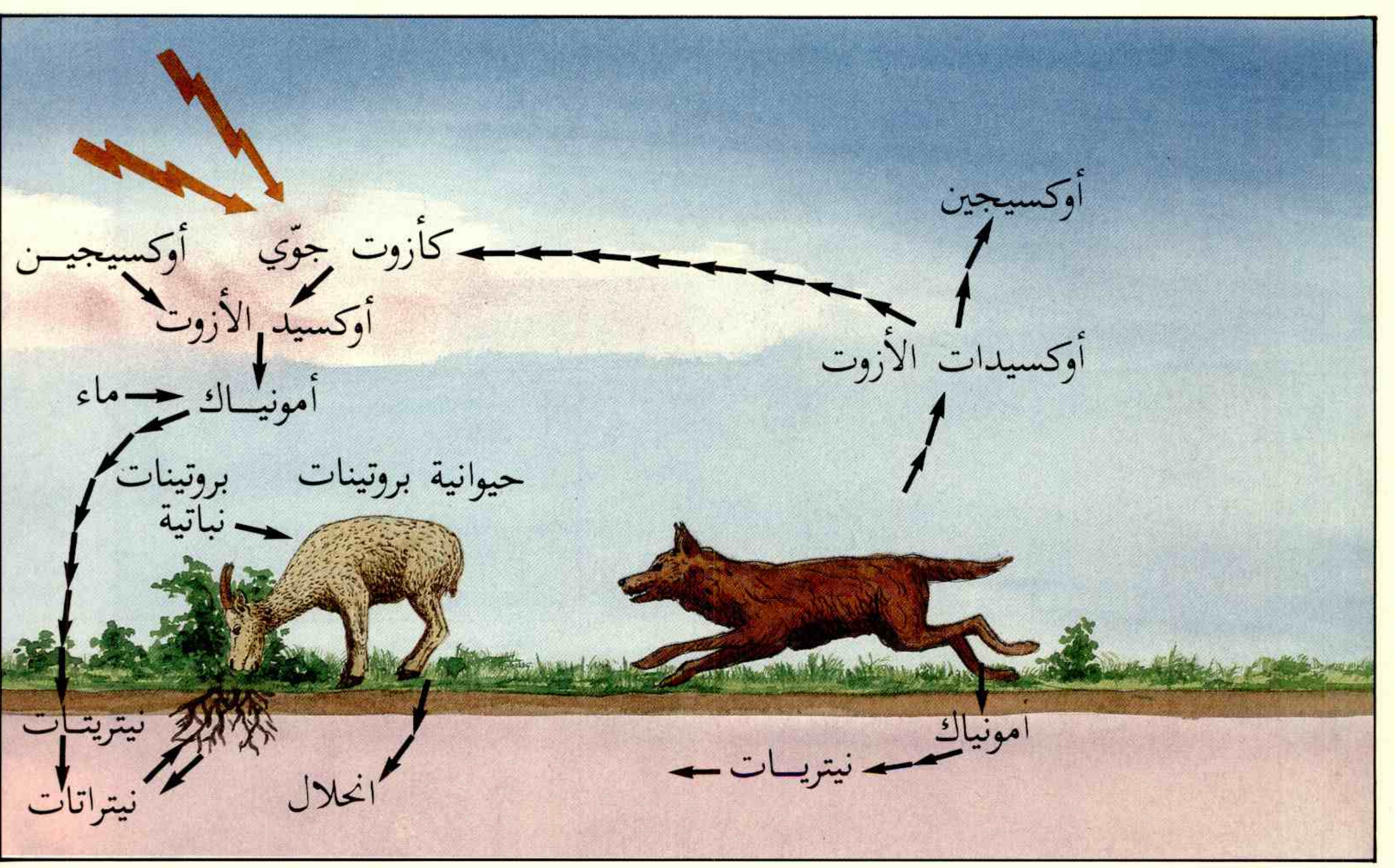
كيف تتم دورة الأزوت ؟

فالنّباتات معرّضة للموت في أقرب الآجال لأن التّوازن الذي تقوم بين مختلف المركّبات يفترض أن تتولّى مادّة معينة تعويض النقص الذي يخلّفه نقصان كميات مادّة أخرى إلى درجة الحدّ الأدنى .

وتندرج تحت مصطلح **العوامل المحدّدة** (أو التّحديدية) مجموع العناصر التي يسبب نقصانها في الأضرار بالأصناف النّباتية . وبغضّ النظر عن الظّروف البيئية الملائمة كتوفّر الماء والضّوء مثلا ، فإن العناصر الكيماوية الموجودة في التّربة تصبح بدورها عوامل محدّدة . ويعدّ الأزوت من بين العناصر الكيماوية التي تعمل بمثابة عوامل محدّدة ، رغم كونه متواجدا بكمّيات وافرة في المحيط الجوّي حيث يمثّل نسبة 78 بالمئة منه ، وقد يبدو ذلك من باب الظّواهر العبثيّة . ذلك انّ الأزوت يدخل تركيب كلّ البروتينات ، ممّا يجعله ضروريا بمقادير قويّة ، إلّا أنه لا يكون متوفّرا بكيفية مباشرة على حالته الكيماوية المتمثّلة في الجزئيات الذرّية ، ولكي يتأتّى استعماله ، يجب أن يركّب مع عناصر أخرى تمكّنه من أن يصبح نشيطا من النّاحية البيولوجية . وبعبارة أخرى ، يجب على الأزوت أن يثبت ، ويتمّ تثبيته هذا على التّربة بواسطة البكتريات المعروفة **بمثبّتات الأزوت** ، والتي تعيش في تكافل مع بعض النّباتات كالقطانيات (أنظر الفصل الثاني من الجزء السّابع من الموسوعة ، فيما يخصّ التّكافل) . وتتسلّل البكتريات المثبّتة للأزوت بين جذور القطانيات من خلال زغب الجذور . وعن طريق الافرازات الخاصّة ، تثير انقسام الخلايا المصحوب بتكوّن العساقل . آنذاك تتخلّى النّبتة عن اللّمفا لفائدة البكتريات ، وهي لمفا غنيّة بالسّكريات والنّشاء ، وبالمقابل تزوّد البكتيريات النّبتة بنيتراتات المادّة التي كوّنتها .

ويتمّ إعداد النّيتراتات الضّرورية لحياة النباتات كما رأينا بفضل البكتريات المثبّتة للأزوت ، التي تستعمل مباشرة الأزوت الموجود في الجوّ ، وكذلك بفضل عمل مختلف مجموعات البكتريات التي تقوم بتحويل الأزوت تدريجيا . إذ تقوم مجموعة أولى بتسهيل تبديد البروتينات وإحالتها إلى أمينيّة . كما تقوم مجموعة ثانية بتحويل الأحماض

الرسم الأسفل : دورة الأزوت التي تتم بفضل نشاط البكتريات المُنترِنة. وهذه البكتريات التي تكمن وظيفتها في تحويل النيتريتات إلى نيتراتات، ذاتية التغذية وحيهوائية، أي أنها في حاجة إلى الأوكسيجين وبالتالي يلزم أن تكون التربة التي توجد فيها مهويّة بكيفية ملائمة .



الأمينية إلى أمونياك أو أيونات الأمونيوم بعبارة أدقّ ، يتحوّل الأمونياك بدوره إلى نيتريتات (أيونات نتريتية) ثم إلى نيتراتات (أيونات نيتراتية) .

والبكتريات المُنترجة التي تحوّل النيتريتات إلى نيتراتات ، تكون حيهوائيّة وذاتية التّغذية (أنظر الفصلين أول والثاني من الجزء السّابع) ، ويعني ذلك أنّها في حاجة إلى الأوكسيجين ، وأن التّربة يجب أن تكون مشبعة بالهواء بكيفية ملائمة .

وهكذا ، فللحديث عن الدورة ، لابدّ أن تكون هناك مرحلة إبادة تطابق مرحلة تراكم ، وبالنّسبة للأزوت ، فهو يهمّ أغلبية المستويات الغذائية . إذ تمتصّه الحيوانات العاشبة التي تتغذى بالنّباتات ، ثم يصل الى معدة الحيوانات اللاّحمة كالقواطع من الدرجة الثّانية ، ويشكل مركبات متزايدة التّعقيد تصلح لانشاء أنسجة حيّة جديدة . ومن البديهي أنّ قدرا من الأزوت يتحوّل إلى فضلات الحيوانات على شكل براز ، فيثير دورة جديدة تنجزها البكتريات الغذائية . إلّا أنّ مجموع الأزوت المحوّل لا يتم امتصاصه من قبل النّباتات وبالتّالي لا يدخل في الدّورة . أما الجزء المتبقى منه دون استعمال ، فيضيع طرف منه بصفة نهائية خلال الجني بينما يخضع الباقي إلى عمل البكتيريات التي تحوله من عناصر مركبة إلى عناصر بسيطة ، أي من النيترات إلى الأزوت البدائيّ . وتحدث هذه السّيرورة في غياب الأوكسيجين إذ حين تكون التّهوية غير ملائمة ، بإمكان البكتريات اللاهوائية المسؤولية عن السّيرورة ، أن تسبّب ضياع الأزوت المعدّ للنبّاتات . ومن جهة أخرى ، يجب اعتبار مدى قابلية النّيتريتات للتّحليل حيث أنّها حين لا تستعمل ، تضيع بسهولة تحت تأثير تسرّب الماء .

وحاصل القول ، فإن كمية الأزوت المتوفّر مرهونة بأهميّة تسرب الماء ، وتواجد الأجسام المجهرية وكميّة الموادّ العضوية التي تشتمل عليها التّربة .

أما العناصر الأخرى التي سبق ذكرها، فهي من النّاحية الكمية أقل ضرورة من الضّوء والماء والكربون والأزوت ، ولكنّها لا تخلو من أهميّة بالنّسبة لنموّ النّباتات . فالفوسفور مثلا يتدخّل بكيفية جدّ فعّالة ونشيطة في نقل الطّاقة ، وهو حاضر في تركيب الأحماض الذرية (د.ن.أ ور.ن.أ. الخ) . ويمكن القول بأنه قارّ نسبيّا في التّربة نظرا لأن الماء المتسرّب لا يجرف منه سوى كمّيات قليلة جدّا ، وتبقى كميته مع ذلك ذات ارتباط وثيق مع درجة تركيز إيون الهيدروجين في التّربة .

أما الوظيفة التي يساهم بها البوتاسيوم في نمو النّباتات ، فهي مازالت غير واضحة بما فيه الكفاية . فكلّنا يعلم أنه متوفّر على شكل كاتيونات حيث يتمّ امتصاصه خلال التّبادل الطّاقي على شكل إيونيّ مباشرة بعد إيونات السّوديوم . وعلاوة على ذلك ، فهو متوفر بتراكز مكثّف في الترب الغنيّة بالدّبال ، لكنّه يكون بها عقيدا ، وبالتّالي غير صالح للاستعمال . ويتدخّل الكلسيوم في درجة تركيز إيون الهيدروجين بالتّربة على مستوى نشاط الأجسام المجهريّة وامتصاص الايونات . وبإمكانه كذلك أن يتحوّل إلى كاتيونات ليستعمل في حالة تركيبه مع عناصر عضوية مركّبة ومعادن عقيدة .

وبإمكان المغنيسيوم المتواجد بصفة تكاد تكون دائمة في التّربة ، أن يتحوّل إلى إيونات . كما أنه يمثّل أحد مكونات اليخضور (الكلوروفيل) . ويدخل الكبريت الأحماض الأمينيّة والفيتامينات ولكنّه قليل التوفّر نظرا لتعرّضه باستمرار لجرف المياه المتسرّبة . غير أن تفتت

كيف تتغذّى الحيوانات ؟



في الرسم جانبه : تتغذى النباتات الخضراء بالموادّ اللاعضوية التي تأخذها من الوسط. وباستثناء الأوكسيجين والضّوء، فالعناصر الضّرورية لحياة النبتة توجد في التربة، ولذلك تقوم الجذور بامتصاص الأزوت والبوتاسيوم والكلسيوم وعناصر كيماوية أخرى بنسب متفاوتة.

ما سرّ أهمية الخليوز في التغذية ؟

وتلف المعادن التي تحتوي عليه يؤدّي إلى استعادته من جديد بكيفية منتظمة . أما البورون والكلور والحديد والنّحاس والزّنك والمنغنيز والموليبدين ، فهي عناصر ذات دور ثانويّ ، رغم أن غيابها التامّ قد يؤثّر سلبيًا على المزروعات . وبصفة خاصّة ، يعتبر عدم وجود الموليبدين من الأسباب التي تعوق تثبيت الأزوت .

وهكذا نكون قد استعرضنا أهمّ مظاهر الحاجيات الطّاقية للنّباتات ، والقائمة أساسا على الضّوء والماء والهواء وعلى الكمّيات الهائلة من الموادّ المعدنية . وفيما يلي نقوم بدراسة الحاجيات الطّاقية للحيوانات ، وما تقوم عليه من عناصر عضوية ولا عضوية.ويستحيل القيام بجرد شامل لكلّ تلك العناصر نظرا لكثرة تعقيد الأساليب الغذائية الممكنة .

وبصفة عامّة ، يمكن القول إن تغذية الحيوانات تقوم على **هيدراتات الكربون والدهنيات والبروتينات** (الهيولينات) أو الأحماض الأمينيّة التي تكوّنها ، والفيتامينات .) ويعني ذلك أنّها تتغذّى من الموادّ العضويّة . والحال أننا نعلم أن أكبر جزء من الموادّ العضوية

ما هي السلاسل والشبكات الغذائية ؟

الرسم الهامشي : تمثيل لسلسلة غذائية في البساطة توجد في المرج. فالنباتات الخضراء والجراد مستهلك من الدرجة الأولى، بينما طيور المليك مستهلكة من الدرجة الثانية والصقور مستهلكة من الدرجة الثالثة. ولتوضيح هذا المفهوم، نتصور أن الانسان قد يأكل الصقر، آنذاك يدخل الانسان السلسلة كمستهلك من الدرجة الرابعة. والواقع أن السلاسل الغذائية تتقاطع فيما بينها لتشكل شبكة حقيقية .

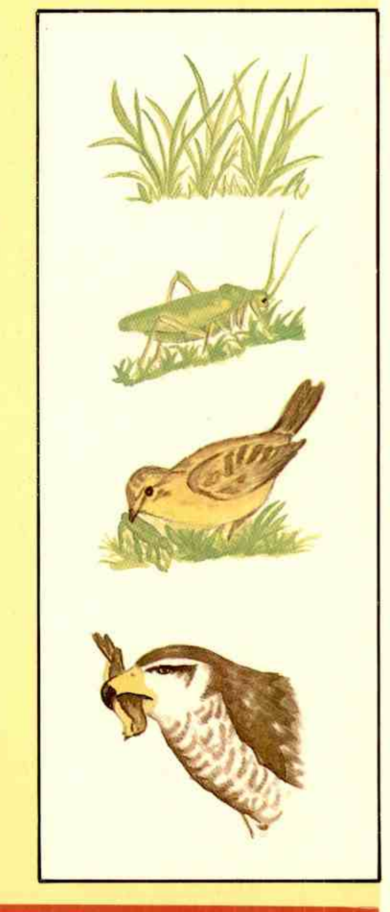
الشبكة الغذائية والأهرام الغذائية

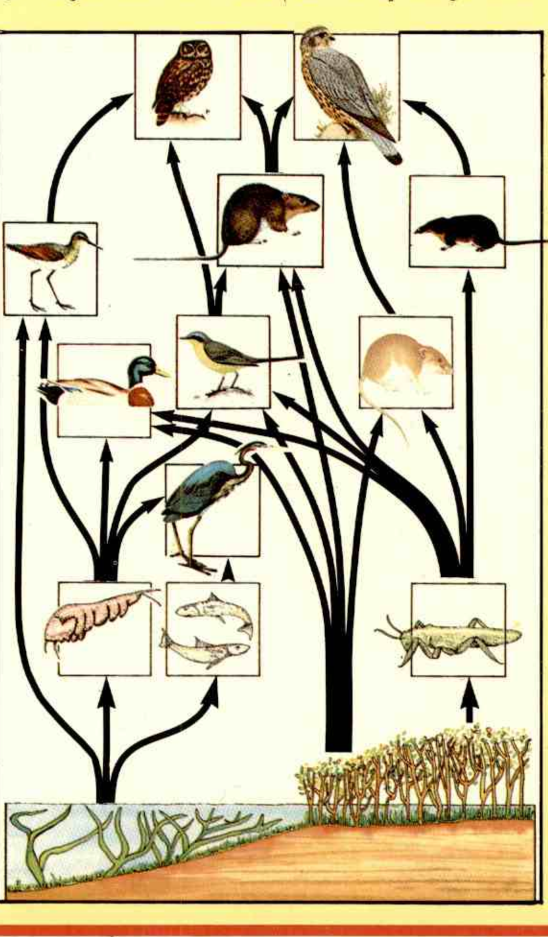
عندما نتحدث عن السلاسل الغذائية ، فلابد من التذكير بأن أية سلسلة ليست منفردة داخل النظام البيئي الواحد . ذلك أن النظام البيئي في الواقع هو مجموع العديد من السلاسل الغذائية ذات العلاقات محدّدة فيما بينها . ويتعلق الأمر في الحقيقة **بشبكة غذائية** تكون فيها العناصر التي تقوم بدور المستهلكة في الدرجة الاولى في سلسلة معيّنة قائمة بدور مستهلكة من الدرجة الثانية أو الثالثة داخل سلسلة أخرى .

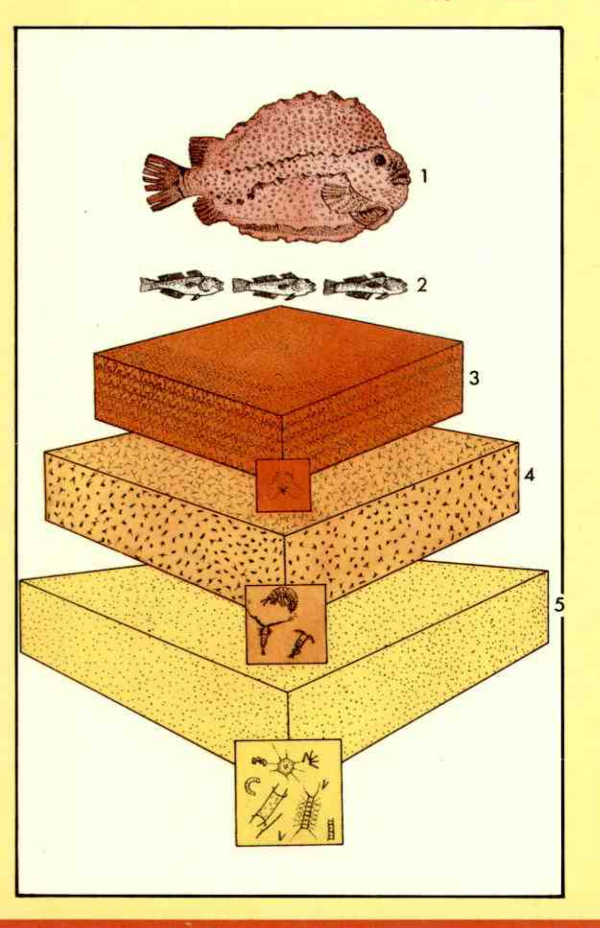
فإذا اخذنا مثال السلسلة المبينة في **الرسم البياني الهامشي** ، يمكن أن يتضح لنا ماسبق ذكره : فالجراد يتغذى بأوراق النباتات العشبية الصغيرة في حين يتغذى طائر المُلَيْك بالجراد والصقر بالمُلَيْك . إنها سلسلة غذائية نجدها في النظام البيئي للحقل ، ولكنها ليست الوحيدة في هذا النظام نفسه ، لأن هناك حشرات أخرى

الرسم أسفله : تمثيل لشبكة غذائية في نظام أجاجيّ، 1 ــ نباتات مستنقعية، 2 ــ جراد، 3 ــ سمك أجاجيّ، 4 ــ قشريات، 5 ــ بلشون أبيض، 6 ــ فأر الزرع، 7 ــ جواثيم، 8 ــ بط، 9 ــ زبابة، 10 ــ فأر نرويجي، 11 ــ طيور عاشبة، 12 ــ صقر، 13 ــ بومة .

الرسم 2 : سلسلة غذائية في النظام المحيطي (البلاجي) : 1 ــ قواع البحر، 2 ــ غجائن، 3 ــ قشريات بحرية، 4 ــ مجدافيات الأرجل، 5 ــ مسطورات .







يستلزم التّهييء والاعداد بواسطة موادّ لا عضويّة وأن هذا التحوّل تقوم به النّباتات الخضر . وهذا يدل على أن جميع الحيوانات تعتبر ، بكيفية مباشرة أو غير مباشرة ، طفيليات بالنّسبة للمملكة النّباتية . وبالفعل ، فهي تستمدّ الطاقة النّاتجة عن ظاهرة التّخليق الضّوئي إلى ذرّات أقل منها غني من حيث الطّاقة . من ذلك ما تمثّله حالة امتصاص **الغلوكوز** المركّب مع الأوكسيجين مما يجعله يخلص كميّة من الطّاقة . وكذلك الشّأن بالنّسبة لأنهدريد الكربون والماء ، وتتعارض هذه السيرورة مع سيرورة التخليق الضّوئي وهي متمثّلة في التّنفس ، الّذي يعدّ ، كما يعلم الجميع ، ضروريا لحياة جميع الحيوانات تقريبا .

وبصفة إجمالية ، فتغذية الحيوانات متفاوتة حسب اختلاف الأنواع والفَصائل ، وهي نتاج امتصاص الموادّ العضوية وتحليلها الذي تقوم به أنزيمات (خمائر) الجهاز الهَضمي حيث تحقّق تمثيلها الكيماوي . ويمكن أن نستخلص من ذلك أن هناك اختلافات فيما يخصّ نوعية الغذاء الذي يتّم امتصاصه : وأفصح مثال على ذلك تقدّمه الفقريات التي تتميّز بعضها عن بعض من حيث حاجياتها

كالذباب ومغمدات الأجنحة تتغذى بالشُبيات ، ونشالات كالثعلب والثعابين وحيوانات لاحمة أخرى تتغذى بالمليْكات ، وهكذا فالحقل يضم شبكة غذائية هي حصيلة مجموع السلاسل الغذائية المتواجدة به .

ولتوضيح هذه الفكرة نستعمل الرسم البياني (رسم 1) الذي تمخضت عنه دراسة نظام بيئي أجاج أو ذو ملوحة متغيّرة . فمن الواضح أن بعض الحيوانات تحتل في مختلف السلاسل مستويات غذائية مختلفة : ففأر الزرع مثلا يتغذى بالجراد والحلزون وهو بذلك مستهلك ثانويّ ، ولكنه يقتات كذلك بحبوب النباتات المستنقعيّة حيث يعْتر مستهلكا ابتدائيا . غير أن النباتات المستنقعيّة حيث يعْتر مستهلكا ابتدائيا . غير أن النباتات المستنقعيّة تكون أساس جميع السلاسل ولا تغيّر موقعها كما هو الشأن بالنسبة للقواطع التي تكون دائما في نهاية السلسلة .

وبإمكان كل الحلقات الأخرى أن تجتمع حسب مختلف المستويات المتوسطة .

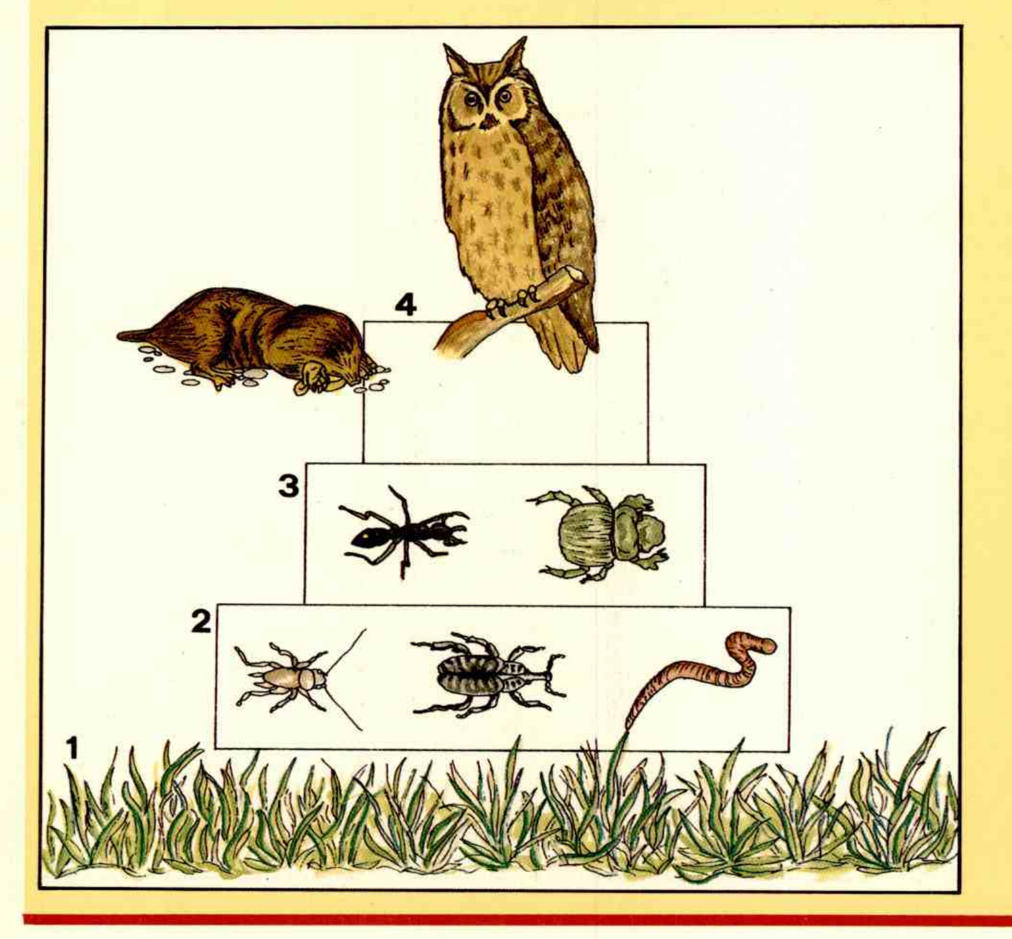
وهكذا نستخلص مما سبق أن النباتات تشكّل مباشرة أو بكيفية غير مباشرة غذاء جميع الحلقات في الشبكة الغذائية ، وبالتالي فانتاجيتها يجب أن تتفوق على انتاجية جميع المستويات الأخرى ، وكلما صعدنا الشبكة أو السلسلة الغذائية كلما تقلّص عدد الأفراد وتضاعفت المقاييس . والحقيقة أنه يجب توفّر أكبر عدد من الجراد لكي تتمكن الفئران من البقاء ، كما يجب أن يرتفع عدد فئران الزرع ليفوق عدد الطيور الكواسر .

ويتضح كل ذلك من خلال الرسم 2 ، حيث تظهر سلسلة غذائية لنظام بلاجيّ أو محيطي . ذلك أنه يلزم أن تتوفّر بضعة ملايين من المشطورات لتغذية 100.000 مجدافية أرجل طوال حياتها بينما تستطيع هذه الأجسام أن تغذّى بضعة آلاف من القشريات طوال حياتها ، وهذه الأخيرة قد تغذي ثلاثة غجومات نهرية .

وتمثل ثلاثة غجومات الغذاء اليومي لقوع بحريّ . وتتضاعف المقاييس كلما تم الصعود عبر السلسلة الغذائية أو الهرم الغذائي ، في حين يتضاعف عدد الأفراد عند الهبوط . وهاتان خاصيتان ثابتتان في كل هرم غذائي .

وهناك دراسة أخرى أجريت على حقل نجيل ، أسفرت على مايلي : فلتغذية ثلاث مستهلكات من الدرجة الثالثة كالطوبينات والطيور ، يلزم 354.904 مستهلكا من الدرجة الثانية كالعناكب والنمل ومغمدات الأجنحة وصغار اللواحم مثلا . ولتغذية هذه المستهلكات بدورها يلزم 708.624 حشرة عاشبة وحشرات أخرى تتغذى بدورها ب 5.842.424 جسما نباتيا كما يظهر في الرسم 3 .

وهكذا نفهم الوضعية المريحة للكائنات القارتة التي تأكل كل شيء ومنها الانسان ، إذ تتغذى بالنباتات والحيوانات على حدّ سواء ، لانها لا ترتبط بشكل ضيق بغذاء معيّن كما أنها تستطيع تغيير نظامها الغذائي متى شاءت أو اضطرت الى ذلك .



الرسم 3 : هرم غذائي في حقل نجيل : لتغذية ثلاث نشالات كالطيور والطوابين (4) يلزم 354.904 مستهلكا ثانويا كالعناكب والنمل ومغمدات الأجنحة (3) ، و 708.624 مستهلكا من الدرجة الأولى كالحشرات والعواشب (2) تم 5.842.424 عنصرا منتجا كالنباتات الخضراء (1) .

كيف يتم الهضم لدى الحيوانات المجترّة ؟

من الخليوز أو من هيدراتات كربون أخرى .

ويعدّ تمثيل الخليوز كذلك عنصرا تباينيا هامّا يميّز مختلف أنواع الحيوانات . فهناك ثلاثة أصناف من الحيوانات : **اللاّحمة والقارتة** ، ثم **العاشبة الغير المجترّة والمجترّة** .

فالحيوانات اللاّحمة ومنها الكلب والأسد والحيوانات القارتة (آكلة كلّ شيء) تتوفّر على معدات بسيطة ولذلك فهي تهضم الخليّوز بصعوبة .

وبإمكان معدة الحيوانات العاشبة الغير المجترّة ومنها الارنب على هضم الخليّوز ولكنها لا تمثّله بكيفية جيّدة .

أما الحيوانات العاشبة المجترّة كالأبقار والأغنام فهي ذات معدة تتميّز بقدرة فائقة على تفتيت وتمثيل الخليوز . ويكون هضم الخليوز لَدى التّدييات عملية غاية في التّعقيد ، ذلك أنّ هذه الحيوانات عموما لا تتوفّر على أنزيمات قادرة على فصم الرّوابط الموجودة بين مختلف وحدات السكّر ، علما أن الخليّوز سلسلة من الغلوكوز . ولذلك فهي لا تستفيد من الأغذية المباشرة الصّادرة عن الخليوز . إلّا أنّ هناك عوامل أخرى تتدخّل لاعادة التّوازن وتحقيق الانسجام الذي تفرضه قوانين الطّبيعة ، ذلك لأن الخليّوز ينتج بكميّات هائلة ويجب أن يستعمل كليّا وبكيفية متكاملة ووافية : فالأجهزة الهضمية لدى التّدييات تحتوي بالفعل على أجسام مجهريّة تنتج أنزيمات قادرة على كسر سلسلة الغلوكوز . ويتعلّق الأمر بالبكتريات والأوّليات التي تنجز عملية التّخمير وتحلّل جزئيّا الخليّوز في نفس الوقت الذي تلبّي فيه حاجياتها من الطّاقة . آنذاك يمكن للحيوان أن يتمّم عملية تحليل السكّر العدادي التّمين حيث يمتصّ منه الطاقة بفضل تحويله إلى ماء وأنهدريد كربون ، وأحيانا بهضم الأجسام المجهرية المبتلعة وهي ميّتة . وسواء كانت هذه البكتريات حيّة أو ميّتة فهي تبقى ضرورية بالنّسبة للتّدييات .

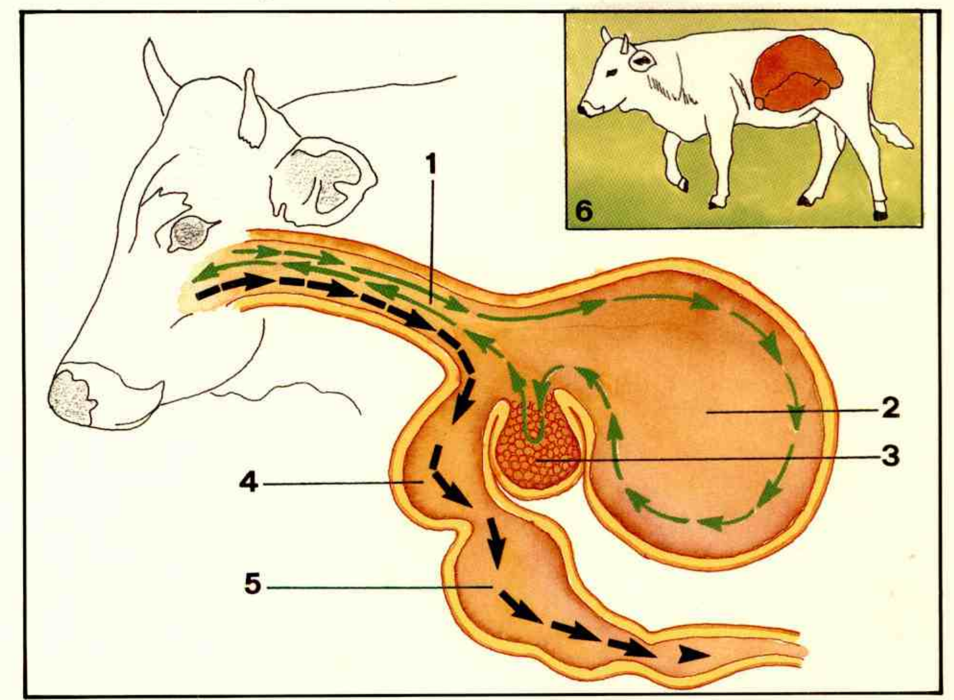
وبعد تصنيف الحيوانات إلى لاحمة وعاشبة غير مجترّة وعاشبة مجترّة ، سوف نرى فيما يلي كيف تتمّ عملية الهضم المتمثّلة أساسا في استعمال الموادّ الغذائيّة .

فبتوفّر الحيوانات اللّاحمة والقارتة على معدة بسيطة ، تستطيع من تلقاء نفسها إنتاج الأنزيمات وخاصّة في المعقّد (البنكرياس) ومخاطات المعدة والمعي الدّقيق . فداخل المعي الدّقيق ، تحدث أهمّ عملية امتصاص للموادّ الغذائيّة ، بينما القولون والأعور يحتضنان بكتريات ذات قدرة هضميّة ضعيفة ، نظرا لأن الموادّ الغذائية المتبقيّة تمرّ من هذا الجزء من الأمعاء بسرعة فائقة .

ويختلف الأمر بالنّسبة للحيوانات العاشبة غير المجترّة ، لأن بكتريات القولون والأعور ذات أهميّة قصوى في عملية الهضم . وتقوم الأجسام المجهريّة الموجودة لدى الحيوانات العاشبة غير المجترّة بهضم الخليّوز عن طريق إنتاج الأحماض العضويّة كالحمض الزّبديّ والحمض البروبريوني ، وهي بالنسبة للبكتريات نتاج فضلات بينما تمثّل بالنّسبة للحيوانات مصدرا غذائيا غنّيا بالطّاقة . وتنتج هذه الحيوانات كذلك جزءا من البروتينات والفيتامينات التي تركّبها الأجسام المجهريّة .

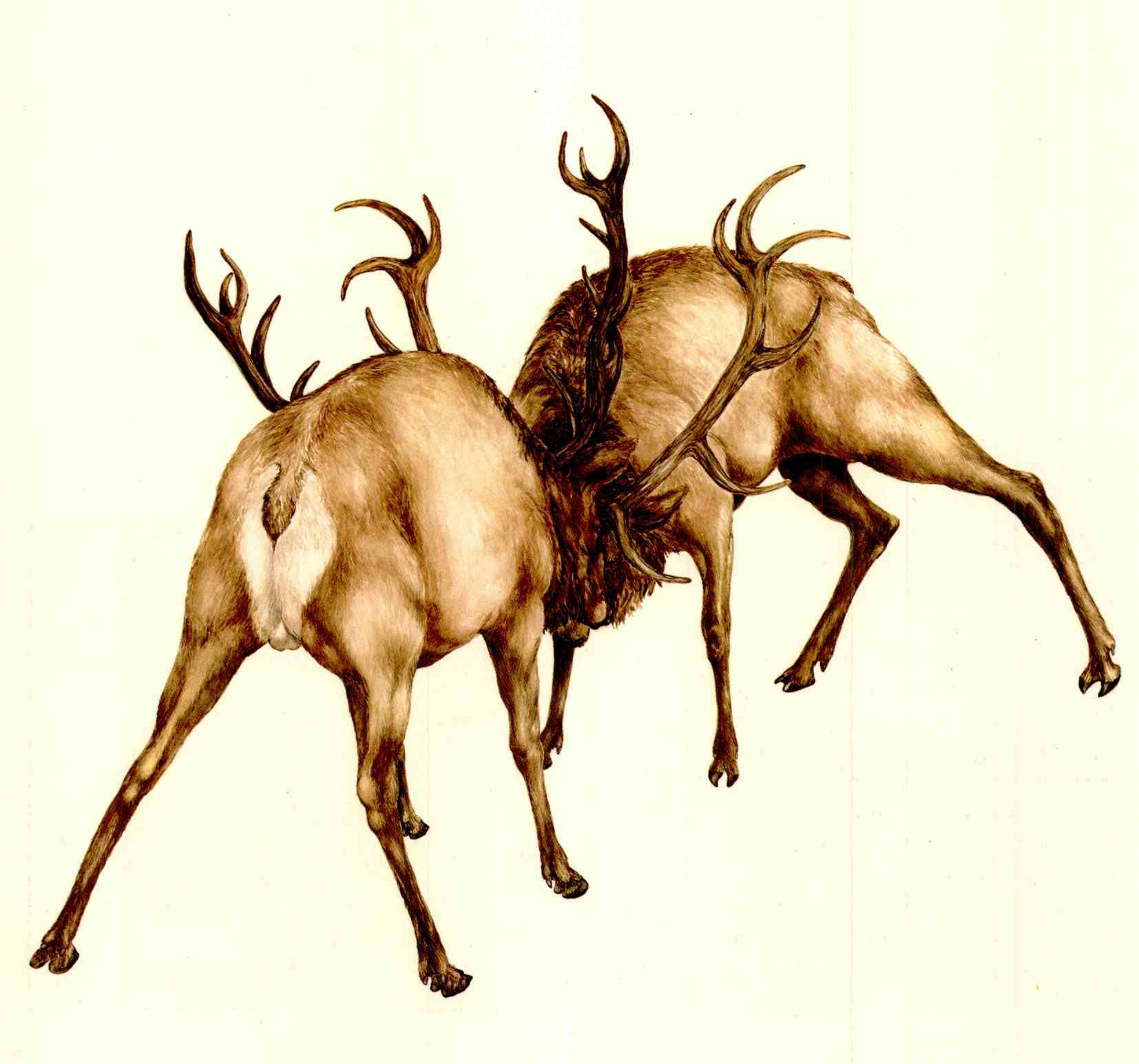
أما الحيوانات العاشبة المجترّة ، فتمثّل نموذجا للتكيّف المثالي في المجال الحيواني ، حيث يعتبر تكيّفا مع نظام غذائي غنيّ بالخليّوز .

فهذه الحيوانات تتوفّر على أربع معدات وهي أمّ التّلافيف والمنفحة والكرش والقلنسوّة ، والكرش هي المكان الذي يتمّ فيه التخمّر ، إذ هي عبارة عن مركز سحق الخليّوز وتحويلها إلى ذرّات صغيرة ، ويكون فيه النّشاط البكتيريّ عاليا ، وهو يتمثّل في تحويل وتركيب الفيتامينات والأحماض الأمينية . ويتمّ تحويل الخليّوز كلّه قبل أن يمرّ الغذاء إلى المعي الدّقيق ، وذلك لاتاحة الامتصاص التامّ للموادّ الغذائية حيث يساعد طول المعي الدّقيق على ذلك .



العواشب المجترة ذات قدرة فائقة على تحليل الخليّوز ، إلّا أنها لا تتوفّر على الانزيمات اللازمة لكسر حبال السكّر التي تكوّن سلسلة الغلوكوز . ولذلك فهي ذات هضم من نوع خاص : إذ يدخل الغذاء إلى المريء (1) ويمر عبر الجوف (2) ثم يعود (المسار الأخضر) لكي يمر بعض الاجترار إلى المعدات الأخرى (3 و 4 و 5) في **المربع** موقع المعدات في احشاء بقرة .

المحيط الحيوي وعلم العادات



المحيط الحيويّ ودراسة السلوك البيئَوِيّ

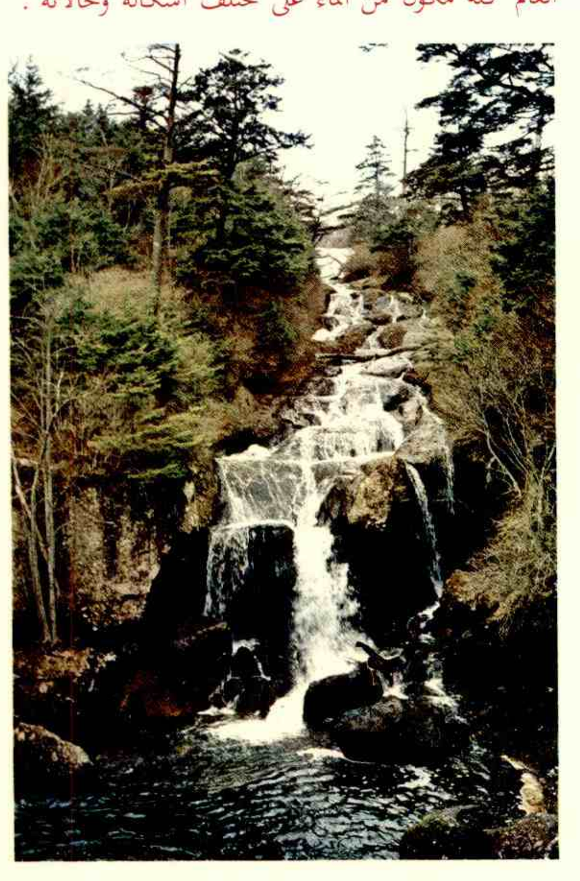
ما هو دور الماء في حياة الكائنات ؟

إن علم العادات يهتمّ بدراسة سلوك أصناف الحيوانات ومختلف أشكال تكيّف الحيوانات والنّباتات مع البيئة الطّبيعية بما في ذلك تطويرها لآليات الدّفاع والهجوم الطّبيعية وكذلك العلاقات الموجودة بين مختلف أنواع نفس الوسط أي نفس النّظام البيئيّ . وفي هذا الاطار سوف نتعرّض للتّجمعات البيئيّة قبل دراسة المعطيات المتعلّقة بكلّ مستوى على حدة ، وذلك وفق تصميم عامّ نهدف من ورائه إعطاء نظْرة شاملة عن مختلف الأوساط الطّبيعية وما تحتضنه من عناصر حيوانيّة ونباتيّة .

وبرجوعنا إلى الجزء الأوّل من هذه الموسوعة نستحضر كلّ المفاهيم التي أوردناها بشأن بداية الحياة على الأرض وتناقل الخصائص الوراثية والنّظريات التطوريّة لداروين وأتباعه ، وفي الدّراسة سوف نأخذ بعين الاعتبار كلّ تلك المفاهيم وغيرها ونبدأ بسرد تاريخي عام لعلم الحيوان وعلم النّبات .

وكما رأينا من خلال مواضيع الجزء الثّاني من الموسوعة ، فالانسان الأوّل قد واجه الطّبيعة بكيفية خاصّة تفوّقَ بها على باقي الحيوانات الأخرى نظرا لما حباه اللّه تعالى به من ذكاء . ومن الرّاجح أن الانسان القديم لم يكن مع ذلك يميّز بين مختلف الأشكال الحيّة الا عندما يتعلّق الأمر بقوته وغذائه . فالنّبتة أو الحيوان أو الصّخرة في منظوره تجسيد لنفس الظّواهر الخفيّة المجهولة حيث ترمز إلى القوة والصّلابة والبقاء الزّمنيّ ، باستثناء بعض النباتات والحيوانات التي كان يستطيع أن يقتات بها والتي تمثّل مصدرا لحياته وبقائه وقوته .

عندما لاحظ الاغريق القدامى أن كل الكائنات ، من حيوانات ونباتات وعناصر طبيعية كالبحار والأنهار تحتوي على كمية مهمة من الماء ، وضعوا نظرية مفادها أن العالم كلّه مكوّن من الماء على مختلف أشكاله وحالاته .





إلّا أنّ الحياة التي كان الانسان يشعر بها تسري في مختلف الأشياء من حوله كانت بالنّسبة إليه وكأنّها «سائل» يمكن أن ينتقل من النّبتة إلى الحيوان ومن الحيوان إلى التّربة . وكانت الاختلافات التي يلاحظها على مستوى الطّبيعة في اعتقاده مظاهر لقوّة واحدة بجانبيها الطيّب أو الخبيث ، والتي تسيطر سيطرة مطلقة على الوجود بأكمله .

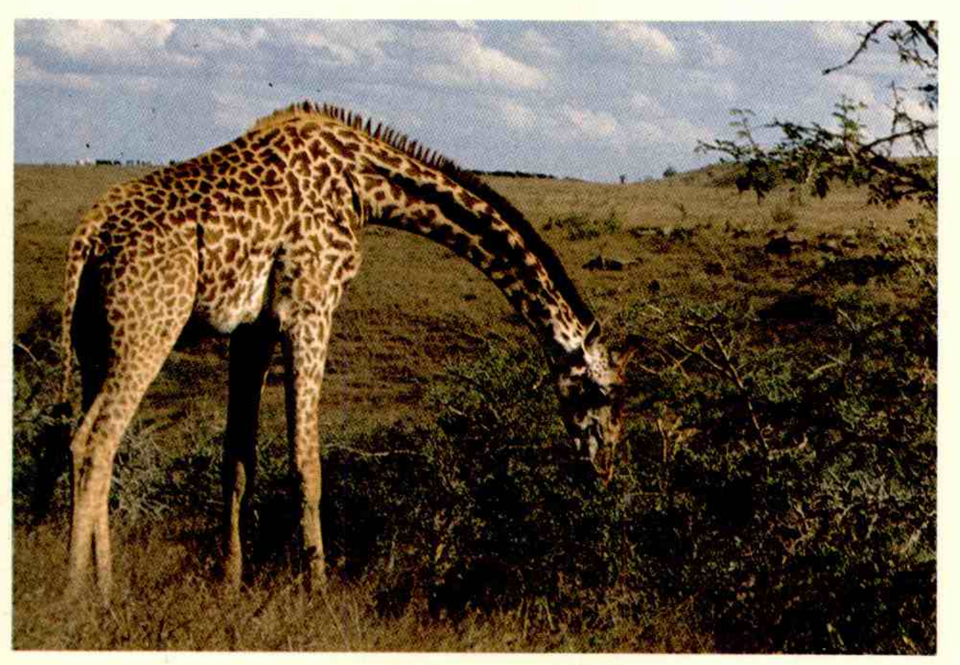
وفيما بعد ، ظهر نوع من الفطنة والتأثّر بأهمية الماء في حياة الكائنات الحيّة بما فيها الانسان ، لدى السّومريّين والبابليّين والمصريّين والعبرانيّين ، فأنشأوا نظريات رؤيوية حول أصل الكون ونهايته ، حيث كانت هاتان الظّاهرتان مرتبطتين بكميّات هائلة من الماء من شأنها أن تنزع الحياة كما أعطتها في البداية .

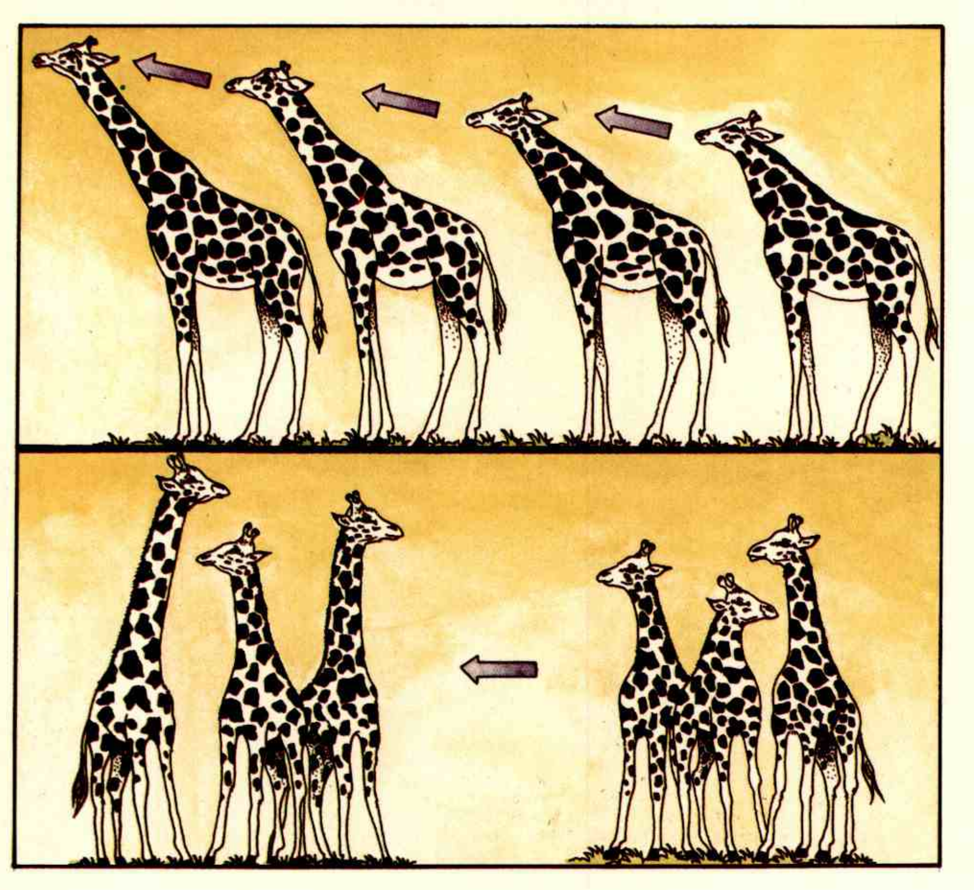
ومع ظهور نظريات أقلّ قيامية وخاصّة لدى الاغريق ، خوّل للماء دور أساسيّ في عملية خلق ونشأة الكائنات الحيّة . ومن ذلك ما أتى به طاليس دي ميلي (Thalès de Milet) حيث رأى أن العالم يتكوّن من الماء الموجود على أشكال في الكون والطّبيعة ، في حين كان أناكسيماندر (Anaximandre) يدعّى أن كلّ المخلوقات الحيّة نشأت انطلاقا من عنصر رطب في الوقت الذي أثارت الشّمس تبخّره . وحين كان أناكسيماندر يقول بأن الانسان كان كباقي الحيوانات ، كالأسماك مثلا ، كان بذلك يسبق بحدسه نظريّات أكثر تطوّرا ظهرت فيما بعد بشأن أصل الحياة . وكان لأرسطو السّبق في إجلاء بعض المفارقات والتّباينات حين وضع أول تصنيف قائم على مستوى بساطة أو تعقيد الأشكال الحيّة التي كان يجمعها .

وفي مؤلفه حـول تـاريـخ الطّـبيـعـة (Naturalis historia) ، قام العالم الطّبيعي الرّوماني الكبير بلين Pline بجمع ملاحظات حول طبيعة الكائنات الحيّة ، إلى جانب مفاهيم خاصّة بوجود أشكال خيالية أخرى كان يعتقد بوجودها .

ولم تشهد القرون الوسطى أي تجديد أو تجاوز فيما يخصّ دراسة الطّبيعة . وكان لابدّ من انتظار عصر النّهضة للوصول إلى استنتاج مفاده أنّ كلّ الأشكال الحياتية تتغيّر لأسباب طبيعيّة وليس نتيجة تدخّل قوى خفيّة

وكما هو معلوم ، فأوّل من قام بتنظيم منسق لعلم





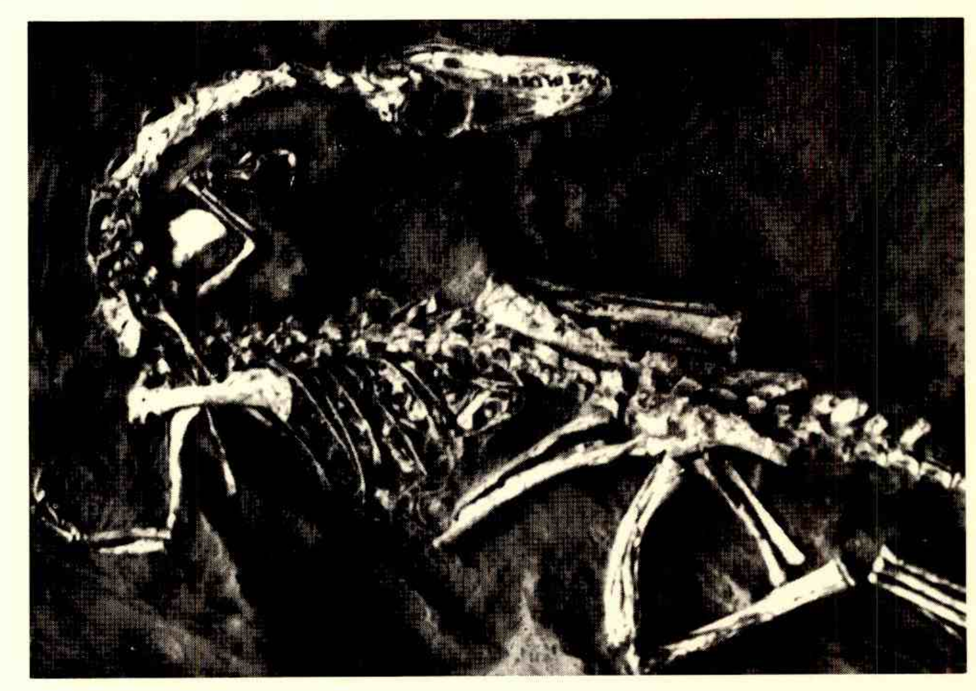
في الرسم : تمثيل لنظريتي لامارك (1) وداروين (2) عن التطوّر : يرى لامارك أن عنق الزرافات قد استطال تدريجيا إلى ان وصل مقياسه الحالي . اما داروين فيري أن الامر يتعلق باصطفاء طبيعي مكّن الزرافات الطويلة العنق من البقاء دون غيرها .

الصورة تبين تناقض النظريتين : فإذا كانت الزرافة الطويلة العنق قادرة على قطف أوراق شجرة عالية ، فهي تجد صعوبة في الانحناء لشرب الماء أو أكل الاعشاب على الأرض مما يعرّضها لخطر النشالات . وذلك يبين مدى ضعف نظرية داروين . والواقع أن الأمر أصعب مما تصوره كل من العالمين .

ما هي قيمة نظريات داروين و لا مارك ؟

النّبات والحيوان شارل ليني الذي قام بتصنيف يعتبر اليوم متجاوزاً ، يقسمّ الكائنات الطّبيعية إلى ثلاثة عوالم أو ممالك ، وأعطى أسماء للأشكال الحيّة مازالت أغلبها متداولة اليوم في علميّ الحيوان والنّبات .

وفيما بعد ، ظهرت نظرية لامارك الشّهيرة بمبدأ «تطوّر الأعضاء عن طريق استعمالها» . وقد حاول لامارك أن يثبت أن استعمال أو عدم استعمال بعض أجزاء الجسم مسألة متوارثة تنتقل من الأب إلى الابن وتحدّد التغيّرات الوراثيّة . وسرعان ما ظهرت هذه الأفكار بدورها متخلفة ومتجاوزة ولكنّ أعمال لامارك كانت منعطفا حاسما في تاريخ وتطوّر البحث في هذا الميدان .





ويعدّ شارل داروين العالم الذي طبعت أعماله ونظرياته تاريخ الطبيعة وأشكالها واعتبرت منطلقا جديدا ومتيناً لما جاء بعدها من النّظريات المتطورّة . فقد قام برحلة طويلة على ظهر باخرة إنجليزية جاب خلالها جميع بحار الكرة الأرضية . وأثناء رحلته التي دامت خمس سنوات ، دوّن بدقّة كلّ ملاحظاته التي أدّت به إلى استنتاج ذي أهميّة بالغة يتلخصّ في «أن تاريخ الطّبيعة عرف تطورًا عضويا» . وقد بنى هذه الفرضية أساسا على اكتشاف البقايا المتحجّرة لكائنات مختلفة عن الكائنات المألوفة في عهده ولكنّها تشبهها إلى درجة أنه من المرجح أن تكون من نفس أسرتها أو فصيلتها . وفي جزر غالاباغوس الشّهيرة بطبيعتها الخلّابة عاين داروين من بين ما عاينه الاختلاف الموجود بين الأشكال الحيّة ، كلّما انتقل من جزيرة إلى أخرى رغم التّشابه الواضح بين عناصر نفس النّوع . وهكذا استنتج من ذلك كلّه أنّ مختلف الأنواع الموجودة تنحدر من سلف مشترك منقرض .

وقد استفاد داروين من كتاب مالتوس (محاولة النّظر في التّناسل) في وضع نظريّة الاصطفاء الطّبيعي ونضال الأفراد من أجل البقاء . إلّا أنّ داروين كان على ما يبدو غير واع بأهمية اكتشافاته الثّورية في ميدان علم الطّبيعة ، وذلك لأنه لم ينشرها بكيفية منتظمة الّا بعد أن مضت عليها سنوات طويلة . لكنه عندما توصّل سنة 1958 بخطاب من أ. روالاس (A.R. WALLACE) يتضمن تنظيما محكما لكلّ أفكاره المبعثرة ، تيقّن من أن الوقت قد حان آنذاك لنشر ثمار أبحاثه وأبحاث والاس وتقديمها إلى الجمهور الواسع . وقد نفّذ قراره هذا بعد شهور خلال أحد اجتماعات جمعية ليني ، ليظهر مؤلّفه الشّهير عن «أصل الأجناس» في نونبر من سنة 1859 .

ومنذ ذلك العهد ونظرياته تحظى بالأهميّة وتؤثّر في غيرها من النّظريات والأبحاث ، إلى أن ظهرت تقنيات حديثة غيّرت من مظاهر ومبادئ نظرية التطوّر ذاتها .

قام داروين بإبداء ملاحظات حول ظاهرتي التخصص والاصطفاء الطبيعي انطلاقا من معاينة بقايا متحجّرة (الصورة 1) ؛ إذ لاحظ أن الأشكال المتحجرة مختلفة عن الأصناف التي نعرفها ولكنها تماثلها في الخصائص مما يدلّ على أنها من نفس أسرتها . وأثناء رحلاته وصل إلى جزر غالاباغوس حيث قام بدراسة 131 نوعا من البراقيش التي تختلف اشكالها رغم انحدارها من سلف واحد مشترك . كما استفاد من معاينة الاغوانات (الصورة 3) الموجودة بتلك الجزر لتعميق نظرياته .

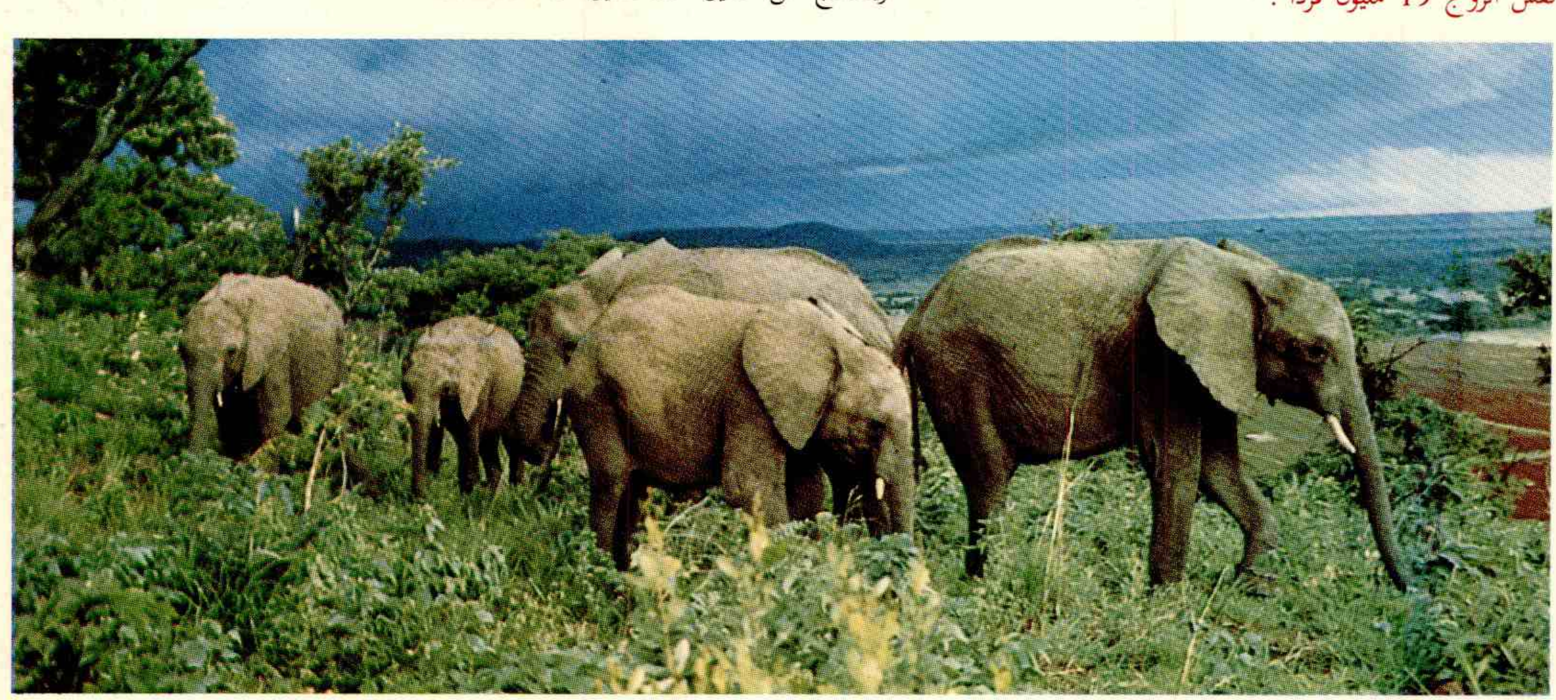
الاصطفاء الطبيعيّ :

إن الحَديث عن الاختيار الطّبيعي مرتبط بداروين وأعماله ، ولذلك فأي دراسة في هذا المجال تفترض الانطلاق من نظريات وملاحظات واستنتاجات هذا العالم . فأول ملاحظة سجّلها داروين هي أن جميع الأحياء يميلون إلى مضاعفة أعدادهم ، وليس فقط لتحقيق زيادتها. ومن المعلوم أن كلّ زوج من الأحياء بإمكانه أن ينجب ذريّة أكبر عددا من النّواة الأصلية . وكان مالتوس قد توصّل إلى هذا الاستنتاج ضمن بحثه حول مبدأ التّناسل والتّكاثر سنة 1798 . وقد انطلق داروين من نظريات مالتوس للقيام بإحصاء مبسّط لكي يثبت أنه في حالة غياب عناصر خارجية ، بإمكان زوج من الفيلة أن ينجب خلال حياته حوالي ستّة أفراد ثلاثة منها إناث . وإذا قام كلّ زوج من هذه المجموعة الجديدة بنفس عملية التّناسل والانجاب فإنه سوف يولد في ظرف 750 سنة ، تسعة عشر مليون فرد تنحدر كلّها من الزّوج الأصلي . وبالقيام بهذا الاحصاء الذي لم يتم خلاله اختيار الفيلة بالصدّفة نظرا لمدّة الحمل الطّويلة التي تعيشها الأنثى ، قام داروين بوضع تقديرات مدقّقة حيث أخذ بعين الاعتبار عمر انجاب يفوق ماهو عليه في الواقع .

أما الملاحظة الثّانية التي سجّلها داروين ، فهي كالتّالي : فبالرّغم من كون التقدّم يتضاعف بكيفية هندسية كما هو الشّأن في الحالة السّابقة ، فإن كلّ الأنواع لا تتكاثر بنفس الطّريقة ، بل بالعكس من ذلك يمكن القول أن المجموعات النّباتية والحيوانية هي على العموم بعدد قارّ وأنها تترجّح حول معدل ثابت.

ويستنتج من هاتين الملاحظتين أنّ هناك نضالا

يرتبط اسم داروين بمفهوم الاصطفاء الطبيعي . وهذه النظرية قائمة على مايلي : إن عدد الأفراد يميل بشكل طبيعي إلى التزايد وإذا لم يكن هناك عامل يحدّ من تزايد السكن الحيواني ، فإن أعدادها سوف تتكاثر مما يؤدّى إلى هلاك جميع الأفراد بسبب نقصان التغذية . ولتفسير ذلك ، أورد مثال الفيلة **(الصورة)** وهي حيوانات تطول مدة حمل إناثها . فقد قدّر أن زوجا من الفيلة بامكانه أن يلد خلال حياته ستة أفراد ثلاثة منها إناث . وإذا قام كل زوج جديد بنفس الولادة فبعد 750 سنة ، سينحدر من نفس الزوج 19 مليون فردا .



ما هو النضال من أجل البقاء ؟

والصراع من أجل البقاء تعيشه الكائنات الحية، وبالفعل فإذا كان كلّ الأزواج يلدون أفرادا يفوق عددهم عدد الزّوج الأصلي كما هو الشّأن بالنّسبة لبذور النّباتات ، وإذا بقي عدد أفراد نوع ما قارّا فذلك يدلّ على أن هناك بالضّرورة أشكال صراع من أجل البقاء . وانطلق داروين من اعتبار أساسي مفاده أن الحيوانات تتغيّر ، ليخلص إلى استنتاجه الرئيسيّ الثّاني ، وهو أن هناك أفرادا أكثر حظوة من غيرهم لخوض الصّراع والتنافس حيث تكون دائما غالبة لتوفّرها على إمكانيات تغيّير وتنوع ملائمة للبيئة التي تعيش فيها . ويكون النّقل الوراثي للتّغيّرات الملائمة ذا حظوظ كبرى للظّهور لدى الجيل الموالي ممّا يحدّ الأشكال المختلفة للتكيّف والتخصّص .

ويحدث التّغيّر على كلّ المستويات انطلاقا من الأصول ، حين بدأت الأحماض الأمينيّة في إعداد البروتينات وهذه البروتينات تكبر تدريجيا لتفلح في الأخير في اتّخاذ شكل أجسام أحادية الخليّة في مرحلة أولى وأجسام متعدّدة الخلايا في المرحلة الثّانية . وبدون هذا التّغيير لن يتأتى وجود كلّ هذه الأشكال المتباينة التي نعرفها حاليا ، ولن تحدث السيّرورة التّطوّرية التي تمخضت عبر القرون عن تشكّل أجسام متفاوتة التخصّص ، بعد أن كانت تعتبر كانتقال من الأبسط إلى الأكثر تعقيدا . ولنأخذ الآن مثالا لما أمكن ملاحظته خلال التّجارب المجراة في المختبرات فقد أجريت هذه التّجارب انطلاقا من مبدأ الصّراع . ذلك أنّه في إطار طبيعي معين عندما تكون عدّة أنواع في حاجة لنفس الموارد ، وكانت هذه الموارد بكمّيات محدودة ، فإن الصّراع يحتدم بين الأفراد للسّيطرة على هذه الموارد واستغلالها للبقاء والاستمرار على أنقاض الغير . ولا يجب الاعتقاد بأن الصّراع يدور فقط حول القوت والغذاء ، بل يشمل كذلك الماء والضّوء والتّراب . وانطلاقا من مبدأ أنه في حالة الصّراع بين نوعين ، لا يفلح في البقاء سوى النّوع الغالب ، حاول عالم الأحياء الرّوسي غوس (GAUSE) أن يربي نوعين مختلفين من المتطاولات . وعندما ربّى كلّا منهما في معزل عن الثّاني ، كانت درجة نموّهما متباينة حيث كان المتطاول الأول أسرع نموّا من الثّاني . ويدلّ ذلك على أن المتطاول الأول عرف كيف يحسن استعمال الموادّ الغذائية . وعندما حاول غوس أن يربّي المتطاولين مجتمعين ونما المتطاول الأوّل أسرع من الثّاني واستطاع القضاء عليه في ظرف وجيز .

وقد أجريت تجربة مماثلة على نوعين من النفل . فحين تمّ زرع كلّ منهما على حدة ، نما النّوعان بنفس الكيفية ولكن عندما تمّ غرسهما معا في مكان واحد نشب بينهما صراع من أجل الاستحواذ على الضّوء ، مما أدّى إلى غلبة أحد النّوعين وانقراض النّوع الآخر بسرعة . وكان ذلك لمجرّد ارتفاع النّوع الغالب فوق مستوى النّوع المغلوب الذي بقي في الظّل محروما من الضّوء الضّروري لحياته .

وهكذا يمكن التّأكيد على أنه إذا كان هناك نوعان متعايشان دون أن يؤذي أحدهما الآخر ، فذلك يعني أن الصراع لا يكتنف علاقتهما .

إن الصراع لا ينحصر فقط عند المجموعات الحيوانية بل يشمل كذلك النباتات . فالنباتات أحيانا تدخل في صراع فيما بينها من أجل الحصول على الضوء . ذلك أن النباتات الأكثر تكيّفا من غيرها تفلح في ذلك بفضل طول سيقانها حيث تضايق النباتات الضعيفة التكيّف وتقضي عليها . وقد تمّ التأكد من هذه الظاهرة باستعمال نوعين من النّفل ، إذ ثبت أن أحدهما يطول أكثر من الثاني، ويسبّب في هلاكه بحرمانه من الضوء الضروري لحياته . في **الصورة** : نَفَل .

النّوعية وبراقش داروين :

يدلّ مصطلح **النّوعية** على ظهور نوع جديد يندرج في إطار ما سمّاه داروين «بأصل النّوع» وخلال حقبتين متجاورتين ، تم تعريف النّوع على نحوين متماثلين . فالتّعريف الأوّل أورده إيرنست ماير E. MAYR الذي يرى أن «الأنواع هي مجموعات الحيوانات تتزاوج عناصرها فيما بينها كمونا أو في الواقع ، وتكون من النّاحية الوراثية متميّزة عن المجاميع الأخرى» . أما التّعريف الثّاني فهو لتيريل هاملتون T. Hamilton ومفاده أن «النّوع هو بمثابة مجموعة وراثية معزولة تتقلّب في الزّمان والمكان وتتكيّف باستمرار مع تغيّرات بيئتها والبيئات التي تلتقي بها خلال انتشارها في مناطق جغرافية مختلفة» .

أما فيما يخصّ النّوع ، فإن أهمّ النّظريات ترى أن العوامل التي ترجع إليها النّوعية ، متعدّدة ، ولكن الكلّ يجمع على أنّ هناك ثلاثة عوامل أساسية وهي **العزل الوراثيّ** للمجموعة وتوفّر **مجال جيولوجي** وزمن محدّد . ومن خلال تواجد مظاهر هذه العناصر الثلاثة وضع بعض العلماء تخطيطات وترسيمات متفاوتة الدقة تسطّر قوانين ثابتة تشتقّ كلّها من التكيّف أو الاصطفاء الطّبيعي أو من الظّاهرتين معا . فقانون بيرغمان Bergmann مثلا يؤكّد على أنه ضمن نوع الفقريات الثّابتة الحرارة والمنتشرة على ارتفاعات مختلفة ، تكون المجموعات التي تعيش قرب القطب ذات أحجام أكبر من أحجام المجموعات التي تعيش عند خطّ الاستواء . وذلك راجع إلى سبب بسيط يتمثّل في كون الأجسام الضّخمة تطلق حرارتها بسهولة

إن تكوّن نوع جديد وتخصّصه مرتبط أساسا بعوامل ثلاثة وهي : العزل الوراثي للسكن وتوفّر نظام بيئي ثم الزمن . وانطلاقا من هذه الاعتبارات وضع العلماء سلسلة من القوانين المتعلقة بالجسم وبالخصائص التشريحيّة لمختلف الأنواع . فالثعلب مثلا نموذج يبين مدى تكيّف جسمه مع أبسط العوامل الطبيعية . فلنقارن أذُنَي الثعلب القطبي (**الصورة** 1) بأذُنَي كل من الثعلب الأحمر (**الصورة 2**) والفنك (**الصورة** 3) . ويرى قانون ألن أن زوائد الأنواع القطبية أصغر بكثير من زوائد الانواع التي تعيش في المرتفعات القريبة من خط الاستواء لأن الزوائد الصغيرة لاتبرد بسهولة . فالفنك الذي يعيش في الصحراء يتخلّص من الحرارة عبر أذنيه الكبيرتين .


1


2▲


3▼



أكثر من الأجسام الصّغيرة . وبالمقابل يؤكّد قانون غلوبر GLOBER أن الحيوانات والنّباتات تكون ذات أصباغ داكنة حين تعيش في المناطق الرّطبة . أما قانون هيس HESSE فيرى أن الطّيور تبيض في المناطق التي تتلقّى قدرا أوفر من ضوء النّهار .

وبغضّ النّظر عن القوانين السّالفة الذّكر ، يبقى هناك سؤال يفرض نفسه حول مدى إمكانية الرّجوع إلى الوراء إلى غاية الوقوف على أصل النّوع . ويعني ذلك البحث عن الفترة التي تمخّض فيها نوع معيّن عن نوعين آخرين .

وبالاضافة إلى التّجارب المجراة في المختبرات ، اعتمد العلماء أسلوبا عكسيا ، حيث قدّروا أن النّوع يكون قد انفصل بصفة نهائية عندما توجد هناك مجموعتان متوازيتان تعيشان في نفس الوسط دون أن يتوقف تكاثرهما على تزاوج أفراد المجموعة الأولى وأفراد المجموعة الثّانية . آنذاك لم يعد هناك أيّ شكل من أشكال التّصالب بين المجموعتين .

كيف تم التمييز بين براقش داروين ؟

ونقف الآن عند مثال نموذجي للنوعية ، وهو معروف بمثال **براقش داروين** التي تعيش في أرخبيل غالاباغوس :

يقع أرخبيل غالاباغوس في عرض سواحل أميركا الجنوبية ، ويتألّف من ثلاثة عشر جزيرة رئيسيّة وحشدا من الجزيرات ويوجد به عدد من المخروطات البركانية التي يبلغ ارتفاعها حوالي ألف متر . وكلّ هذه الجزر من أصل بركاني ، ومازال عدد منها مغطّى باللّابة البزلتيّة السّوداء .

وتتكون نباتاتها أساسا من الادغال المُرْمدّة التي تشكّل امتدادا نباتيا مجرّدا من الأوراق ، بالاضافة إلى صباريات صغيرة . إلّا أنّ الطّرف الدّاخلي من الجزر الرئيسية يحظى برطوبة أقوى وتربة سوداء تتيح نموّ نباتات عالية كالسّرخسيّات ، والسّحلبيّات والحزاز والأشن . وحين يسقط المَطر تتكوّن بهذه الجزر بحيرات قليلة العمق .

ولا يعرف هل النبّاتات الحالية هي نفس النباتات التي وجدتها البراقش لدى وصولها إلى جزر غالاباغوس ، إلّا أنه من الأكيد أن المنطقة كانت بها أشكال نباتية ، وإلّا لما تمكّنت البراقش من البقاء على قيد الحياة .

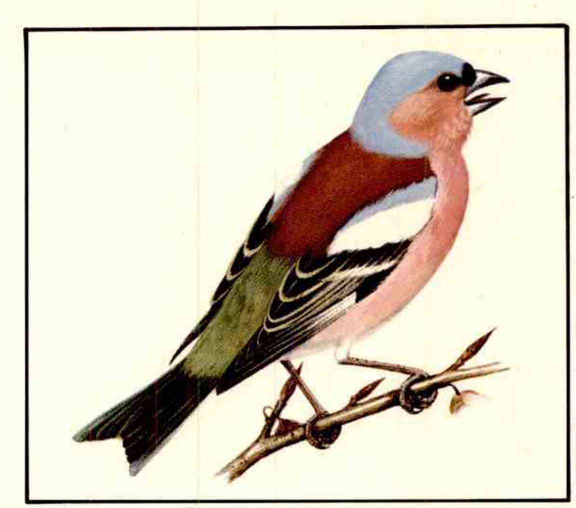
وفيما يخصّ إقامة هذه الطّيور بالأرخبيل ، فمن المعتقد أنّها ترجع إلى نقل مجموعة صغيرة منها مدفوعة بالرياح حيث أتت من نقطة تبعد بألف كيلمتر من شواطىء أميركا الجنوبية ، ومن هذه المجموعة الصّغيرة انحدرت المجموعة المتواجدة حاليا هناك . ومن الأكيد أنّ المجموعة الأصيلة كانت بأعداد كبيرة ، وإلّا لما تأتت مجموعة التحوّلات التي شهدها النوع ، علما بأنه كلّما كانت المجموعة وافرة العدد كلّما بقي تنظيمها الوراثي مستقرّا .

وليس من الصّعب تخيّل كثافة الاصطفاء والانتقاء الذي تعرّضت له هذه الطّيور من خلال انتقالها من النّبات الأرهم بالسّواحل الأميركية الجنوبية إلى النّباتات الشّجريّة الفقيرة في أرخبيل غالاباغوس . واليوم ، هناك ثلاثة عشر نوعا مختلفا من البراقش مصنّفة كالتّالي : ستّة **أنواع أرضية** وستّة **أنواع شجريّة** ونوع آخر متميّز بخصوصياته التي تجعل العلماء يتردّدون في أدراجه ضمن مجموعة البراقش رغم شبهه بها من حيث تكوين الأعضاء الدّاخلية .

وبالنّسبة للستّة أنواع الأرضية ، فأربعة منها تعيش بأغلب الجزر وثلاثة من ضمن هذه الأربعة أنواع حابية (آكلة الحبوب) ولها منقار يختلف شكله حسب مقياس

موقع غالاباغوس في المحيط الهادي بالنسبة لجنوب أميركا .

ماهي قصة براقش داروين ؟



الرسم : البرقش وهو من أسرة الشرشوريّات .

الحبوب التي تقتات بها . أما النّوع الرابع وهو ذو منقار طويل ومقرّن ويتغذّى بالصبّار . ويعيش النّوعان الأرضيان المتبقّيان بحواشي الأرخبيل حيث تقتات بالصّبار .

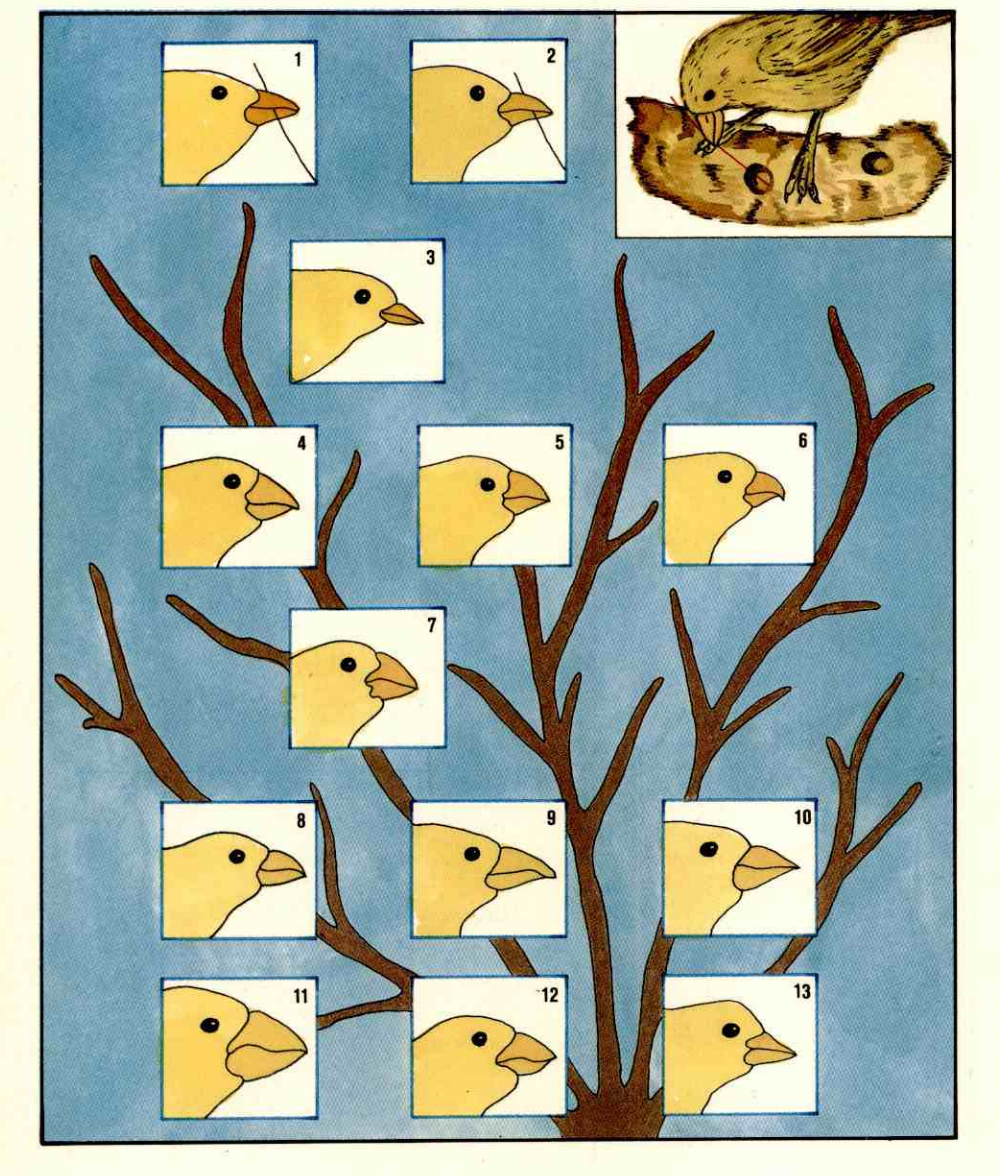
وأما الأنواع الشّجرية فأربعة منها حاشرة أي (آكلة الحشرات) وهي ذات منقار متكيّف مع مقاييس الحشرات التي تتغذّى بها . أما أفراد النّوع الخامس وهي حاشرة كذلك ، فلها منقار يشبه منقار الشّسنة الخضراء ، ولكنّها لقصر لسانها الذي لا يتمكّن من التسرّب إلى شقوق الجذوع ، فهي تصطاد الحشرات بواسطة شوكة صبار تشدّها بمنقارها . ويتوفّر ممثّلو النّوع السادس على منقار يشبه منقار الببغاوات ، وهي تقتات أساسا بالثّمار والبراعم .

وهكذا يتجلّى لنا أنّ كلّ نوع ينفرد بخصائص تميّزه ولو من حيث شكل المنقار فقط . وهذا من الأهمية بمكان بالنّظر إلى كون هذه الأنواع كلّها قد تولّدت عنها مستعمرة صغيرة من الطّيور المنقولة إلى الأرخبيل بواسطة الرياح .

وممّا لا ريب فيه أن هذه الطّيور قد عرفت هذا التوسّع نظرا لضعف إمكانياتها في الطّيران : فقد انتقلت تدريجيا من الجزيرة التي حطّت فيها في البداية إلى جرز أخرى ، لتنعزل بذلك جغرافيا قبل أن تنعزل من النّاحية الوراثية . وهكذا تكيّف مَع مختلف أشكال الحياة والوجود مستغلّة الموارد والعناصر المتوفّرة في البيئة المحيطة . وبعْد تخطّي مرحلة النّوعية ، تخالفت الأنواع وتميّزت بعضها عن بعض من حيث أشكالها وعاداتها الغذائية ، وفي نهاية الأمر أصبح بالامكان اختلاط أنواع مختلفة دون أن يفقد أي منها هويته الوراثية . وعلى هذا النّحو بدأ التّساكن بين مختلف الأنواع في سائر جزر الأرخبيل .

وقد بات من الممكن تحديد عدد الأنواع الأخرى التي ولدت وانقرضت خلال هذه الفترة الزّمنية ، إلّا أنّ العلماء يقدّرون بأنه قد تلزم مدّة عشرة آلاف سنة لترسيخ كلّ نوع رغم أن عدّة أنواع قد ظهرت في نفس الحقبة الزّمنية .

وهكذا نرى أن الانعزال الوراثيّ وتوفّر الأوساط البيئية الملائمة والزّمن الكافي عوامل أساسية في تحقيق النّوعية أي إنشاء وتطوّر الأنواع المختلفة .



في الرسم 13 نوعا من براقش داروين : 1 كالكتوسبينرا باليدا 2 كاكتوسبيزا هيليوبات ؛ 3 سبيزنيديا أو ليفاسيا ، 4 كانارينكوس بسيتاكـولا ، 5 كامارينكوس بوبيـر ، 6 كاماريكوس بارفولوس ، 7 بلاتيسبيزا كراسيروستريس ، 8 جيوسبيزا كونيروستريس ، 9 جيوسبيزا سكادينس ، 10 جيو سبيزا كونيروستريس ، 11 جيو سبيزا ماغنيروستريس ، 12 جيو سبيزا فورتيس ، 13 جيو سبيزا فوليجينوسـا ،

المقاومة والتكيّفيّة والمحاكاة :

كيف تدافع الكائنات الحية عن نفسها ؟

من بين نتائج الاصطفاء الطّبيعيّ تطوّر أساليب المقاومة لدى الحيوانات الفرائس كردّ فعل لتقنيات الصّيد التي مافتئت الحيوانات النّشالة تطوّرها باستمرار . ومن المعلوم أن هذه الأفراد قد أعدّت أحسن تقنيات المقاومة والبقاء للتقليص من أخطار الانقراض وكسب حظوظ أوفر للابقاء على النوع وضمان استمراريته . وجيلا بعد جيل تكون الأفراد أكثر تكيّفا مع ظروف البيئة المحيطة ، ولذلك نقول بأنها قد دخلت مرحلة التّخصيص .

وهذه القاعدة تجرى كذلك على الحيوانات النشّالة كالسنّوريات الضّخمة التي طَورّت بكيفية فعّالة رشاقتها وخفّتها وحيلها ، وعلى الطّيور الكواسر التي شحذت حاسّة بصرها ، وكذلك الشّأن بالنّسبة للحيوانات الأخرى التي تحتاج للمقاومة والدّفاع عن نفسها حيث طورّت أساليب الفرار والافلات من العدوّ أو خداعه والتستّر عند رؤيته . ويمكن القول إن الحيوانات النّشالة والفرائس قد وصلت في آخر الأمر إلى درجة التخصّص في الهجوم والدّفاع .

مقاومة النّباتات :

إن النّباتات ، كما رأينا سابقا ، تثبت في التّربة ولا تكاد تتوفّر على أيّ نظام للدّفاع والمقاومة إزاء الكائنات الحيّة التي تستعملها كغذاء أو تلحق بها الضّرر . وليس من قبيل الصّدفة أن تكون الانتاجية النّباتية أكبر بكثير من الانتاجية الحيوانيّة ، ذلك لأنّ النّباتات تشكّل أول حلقة في جميع السّلاسل الغذائية .

وهكذا ، فالحديث عن مقاومة ودفاع النّباتات يرجع إلى الاقتصار عن سرد الحالات القصوى التي تمثّلها النّباتات ذات الابر الحادّة أو أشواك الصّبّاريّات أو الورود ، أو أشواك القراصّ (الحرّيق) . الّا أنه على المستوى المطلق ، يمكن اعتبار متانة الجذوع ولذّة طعم بعض الصبّاريّات ، بمثابة آليات دفاعية ، ولكنّ الأمر يتعلّق ، في الواقع بتكيّفات بسيطة مع ظروف الوسط الطّبيعي وليست استجابات وردود فعل حقيقية لهجمات الأعداء . وبالمقابل ، فمن الأهمية بمكان دراسة وتحليل الموادّ الكيماوية التي بإمكانها أن تثير مختلف الظواهر كالتسمّم والتخذير والموت أحيانا .

فالديجيتالين (المستخْرجة من القمعية) والكينين (المستخرجة من لحاء الكينا) والبهار والنيكوتين والبيتول والمسالين والمورفين ، كلّها موادّ تنتجها بعض النّباتات بكيفية لحظية ، ويظهر أنّها تلعب دورا هاما في حماية هذه النّباتات من الحشرات النّباتية ، ومن هذه الظّاهرة انطلق بعض الدّارسين حين رأوا في النّباتات أوّل الكائنات التي أعلنت الحرب الكيماوية وفي الحشرات أوّل المخلوقات الي أصابها مفعول التّخدير باستعمالها لموادّ مخدرة موجودة في النّباتات .

بعض النباتات تحتمي من الحيوانات النابتيّة بفضل طعمها المقزّز ، كما هو الشّأن بالنسبة للكنكينا .



مقاومة الحيوانات :

بالنّسبة للحيوانات ، تعدّ مسْألة مقاومتها وآليّات دفاعها غاية في التّعقيد . فهي تلجأ أحيانا إلى تقنيات دفاعية غريبة ومتطوّرة وفعّالة ، رغم أنّها لا تفلح دائما في منافسة القوانين الطّبيعية التي تفرض نفسها على جميع الكائنات الحيّة وتهيمن على تصرفّاتها .

وأول نظام دفاعي هو الهروب . فبعض الحيوانات قادرة على الجري بسرعة فائقة وانجاز قفزات كبيرة للافلات من أعدائها . وتتوفّر الحافريّات مثلا على قوائم طويلة ومتينة تجعلها صعبة المنال بالنّسبة لمطارديها من الحيوانات المفترسة . وللطّيور أجنحة قويّة تساعدها على الطّيران والهروب للافلات من الكواسر . ومن جهة أخرى ، تمتاز الحافريات التي تعيش على شكل مجموعات ، بحاسّة شمّ متطوّرة تستطيع بفضلها أن تدرك أدنى رائحة وخاصّة روائح الاعداء .

أما **التاتو** (الأرمديل) فهو مَزودّ بدرع سميك يقيه من هجمات أعدائه ، بينما يتوفّر كلّ من **القنفذ** و **الشيهم** على أشواك حادّة لا تشجّع الحيوانات المفترسة على الاقتراب منها وخاصّة حين ترمى على بعد عدّة أمتار على غرار نبال حقيقيّة .

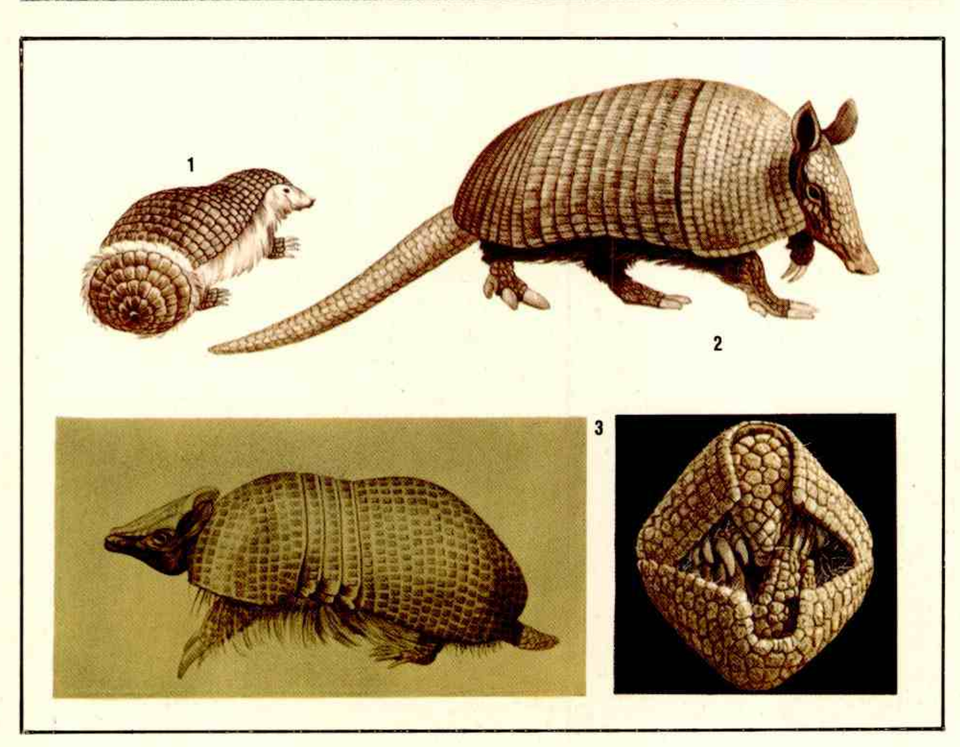
ويستعمل **الحبار** وهو من رأسيّات الأرجل نظامين دفاعين مستقلّين أو متكاملين حسب حاجياته ، فعندما يتعرّض للهجوم ، يرسل قذفاً قويّا من الماء يدفعه بعنف إلى الوراء ، وفي نفس الوقت يفرز جسمه كميّة كبيرة من المداد الذي يحجبه عن أنظار أعدائه .

أما السّنجاب فيجري بسرعة فائقة من غُصن إلى غُصْن إلى أن يفلت من عدوّه النّشال . وإذا فوجىء في آخر لحظة دون أن يستطيع الفرار ، فهو ينبطح على الغصن ويبقى دُون حراك إلى أن يزول الخطر .

وتتوفّر بعض العظايات على ذنب ذي لون بارز يخدع العدوّ الذي ينقض على الذيل دون باقي الجسم ، آنذاك تستعمل العظاية عضلاتها القوية للتخلّص من ذنبها الذي







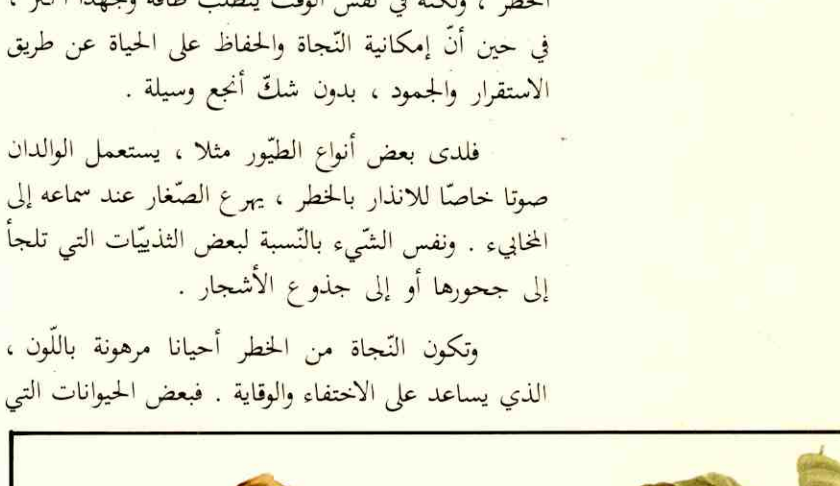
تختلف أساليب الدفاع والمقاومة لدى الحيوانات فالشّيهم (**الرسم1**) يصدّ الهجمات بفضل أشواكه الخطيرة التي يقذف بها على بعد عدّة امتار في اتجاه العدوّ .

وتلجأ العظاية إلى عملية التشويه الذاتي حيث يتخلّى عن جزء من ذنبه للعدوّ لينجو بحياته . (**الصورة** 1) . أما التاتو فيتوفر على دبل يحميه من اعدائه حيث يتكوم داخله إلى أن يزول الخطر : في **الرسم** 2 : 1 : تاتو طوبين ؛ 2 . تاتو بتسع أشرطة ؛ 3 . تاتو مخروطيّ .

لماذا تحاكي بعض الحيوانات النباتات ؟

يستمّر في التحرّك والالتواء لِجلب انتباه العدوّ ، وبذلك تفلت العظاية من الخطر ولو بدون ذنب .

وللقواع البرّي طريقة في الجري السّريع تعتمد التعرّج بخفة مثيرة تبعده بسرعة عن مطارديه من الحيوانات المفترسة .



ومجمل القول إن أمثلة أساليب الدّفاع والمقاومة كثيرة ومختلفة باختلاف أنواع الحيوانات . ونقوم الآن بتحليل ودراسة الآليات الأكثر تعقيدا التي يلجأ إليها الحيوان الذي لا يريد أو لا يستطيع أن يفلت من أعدائه عن طريق الفرار ، حيث يستعمل أساليب غريبة للاختفاء والمحاكاة . وبالفعل ، فالفرار هو الوسيلة البسيطة للافلات من الخطر ، ولكنّه في نفس الوقت يتطلّب طاقة وجهدا أكثر ، في حين أنّ إمكانية النّجاة والحفاظ على الحياة عن طريق الاستقرار والجمود ، بدون شكّ أنجع وسيلة .

فلدى بعض أنواع الطّيور مثلا ، يستعمل الوالدان صوتا خاصّا للانذار بالخطر ، يهرع الصّغار عند سماعه إلى المخابيء . ونفس الشّيء بالنّسبة لبعض الثذييّات التي تلجأ إلى جحورها أو إلى جذوع الأشجار .

وتكون النّجاة من الخطر أحيانا مرهونة باللّون ، الذي يساعد على الاختفاء والوقاية . فبعض الحيوانات التي

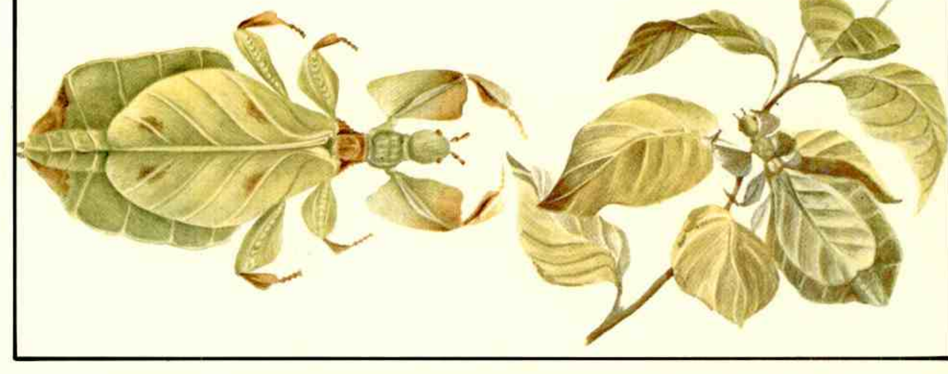


دودة غمّا تلتهم النباتات اثناء الليل ، ولكنها خلال النهار تحتمي من اعدائها بلونها الواقي .

تعيش في المناطق ذات فصول شتاء باردة وثالجة ، تغيّر لون فروتها الطّبيعي وتصيّره أبيض مما يجعلها لا تظهر وسط الثّلج . وتغيّر الحرباء لونها حسب لون المكان الذي توجد فيه .

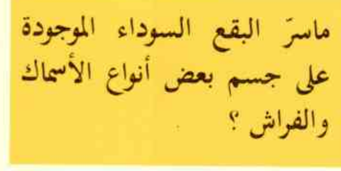
وتعدّ مفارقة الألوان كذلك من أساليب التستّر والاختفاء . فغالبا ما يكون ظهر الأسماك داكنا بالنّسبة لبطنها ، ممّا يقلّص من مفعول أشعّة الشّمس السّاقطة تعامديا على جسم السّمكة ، وتخلق بذلك نوعا من الظلّ المساعد على التستّر . وهناك استثناء يؤكّد القاعدة ويتمثّل في الجريّ وهو من أسماك نهر النّيل ، الذي يتوفّر على بطن داكن بالنسبة للظّهر ذي اللّون الفاتح ، وقد ثبت أنّ هذا السّمك يسبح في الماء وبطنه إلى أعلى .

ومن آليات الدّفاع كذلك ، ماتقوم به بعض الحيوانات حين تتّخذ مظاهر مغايرة لمظهرها الحقيقيّ ، كمظهر حيوانات أخرى أو نباتات أو حجارة . فالزّيزة الوثّابة تتّخذ شكل شوكة ، والحشرة العسلوج تشبه العرجون . وهناك يرقانات بعض الفراشات تظهر وكأنّها براز العصافير . كما أنّ أنواع الفراش يشبه إلى حدّ كبير لحاء الأشجار التي يمتدّ فوقها ، فلا يمكن تمييزه بسهولة .





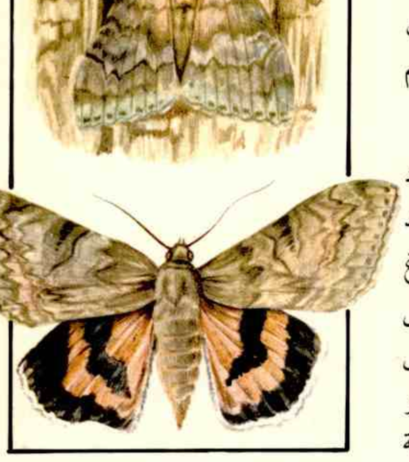
إن اللّون الواقي أسلوب دفاعي فعّال تلجأ إليه الحشرة الورقة محاكية الوسط الذي توجد به **(الرسم)** ، كما يستعمله الثعبان **(الصورة)** فيصعب تمييزه .


ماسرّ البقع السوداء الموجودة على جسم بعض أنواع الأسماك والفراش ؟

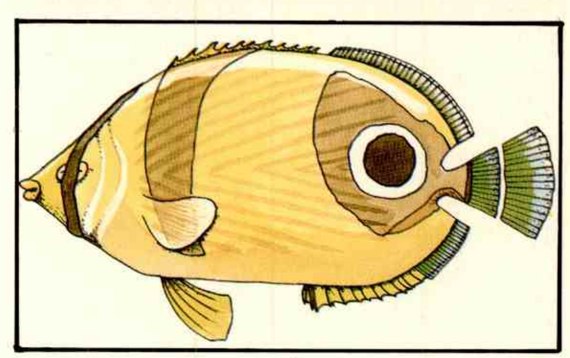
وهناك ألوان إنذار تتمثّل في البقع التي تشتمل عليها أجنحة بعض أنواع الفراش واليساريع وهي بقع شبيهة بعيون كبيرة مستديرة تجحظ فجأة عند انفتاح الجناحين فتثير فزع الطيّور الصغيرة لأنها تذكّر بعيون أعدائها النشّالة كالكواسر والطيّور الضّخمة التي تطاردها . وعندما لا تكون في حالة الدّفاع وإفزاع الأعداء فإن تلك البقع العينية تستعمل للخداع حيث تحرّف ضربة العدو في اتّجاه الأجزاء الغير الحيوية من الجسم . فالسّمكة الفراشة مثلا تتوفّر على بقعة عينية على ذنبها ، الذي يشبه تحزيزا يحيط بالعين الحقيقية ، وهكذا تصلح البقعة لخداع العدوّ الذي يهاجم الذّيل عوض العين ، فتفلت السّمكة وتنجو من الخطر .

ومن حالات المحاكاة والتّخلقية المثيرة ما يتمثّل في **محاكاة الانذار** أو محاكاة موليز (Muller) **ومحاكاة الخدعة** أو محاكاة باتس (Bates) . وقبل تفسير آلية هاتين الظّاهرتين تقف قليلا عند ظاهرة أخرى تتعلّق **بالطّعم** والاستساغة .

سبق أن تحدّثنا في الجزء الأول ، عن أحد روّاد الأنتروبولوجيا الذي أكّد في احدى دراساته أن الانسان قد أفلح في البقاء لأنّه كان ذا طعم غير لذيذ وغير مستساغ لدى أعدائه من الحيوانات المفترسة (كذا !) . وبالفعل فالطّبيعة ممتلئة بحيوانات ينطبق عليها ما ينطبق على بعض النّباتات السّالفة الذّكر ، وذلك بتوفّرها على رائحة كريهة أو طعم مُقزز نتيجة تناولها للنّباتات المحتوية على موادّ كيماوية

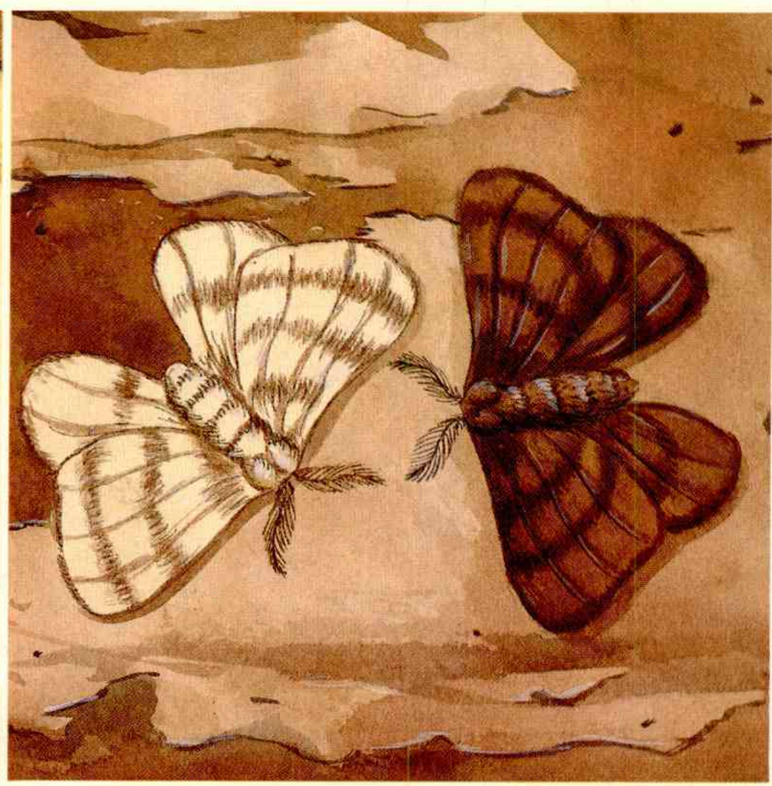






تستعمل بعض الحيوانات أنظمة دفاعية غريبة . فهناك فراش على اجنحته بقع عينيّة تشبه عينين كبيرتين : فعندما تقترب منه الطيور النشالة يبسط جناحيه لتبرز العينان الزائفتان وكأنهما عينا وطواط أو احد الطيور الكواسر مما يفزع الطيور فتتخلى عنه . (**الصورة 1**) وعلى ذيل السمك الفراش بقعة عينية تحرّف هجمات الأسماك النشالة وتقوم «البيستون بيتولاريا (**الرسمان 2 و 3**) بمحاكاة جذوع الأشجار التي يعيش بها كما تفعل انواع أخرى من الفراش (الرسم 4) .





كريهة . ومن البديهيّ أن تكون هذه الحيوانات غير مستساغة لدى أعدائها من الكواسر والحيوانات النشّالة .

ومن الأمثلة النّموذجية على ذلك ، ما يمثّله **الفراش – السلطان** الذي يطير ببطء بالغ ممّا يجعله بارزا لأنظار الطّيور النشّالة . ويعتبر طعمه المقزّز عاملا وقائيا يحميه من أعدائه . إلّا أنّ الطيور عند ولادتها لا تعرف مسبّقا مذاق هذا الفراش ولذلك فهي تلقي به فور وضعه في منقارها ، لكنّه يكون قد أصيب بجراح قد تكون قاتلة ، ولذلك لا بدّ من ضحايا في صفوفه قبل أن تربط الطّيور بين لونه وطعمه وتتخلّى عن مطاردته .

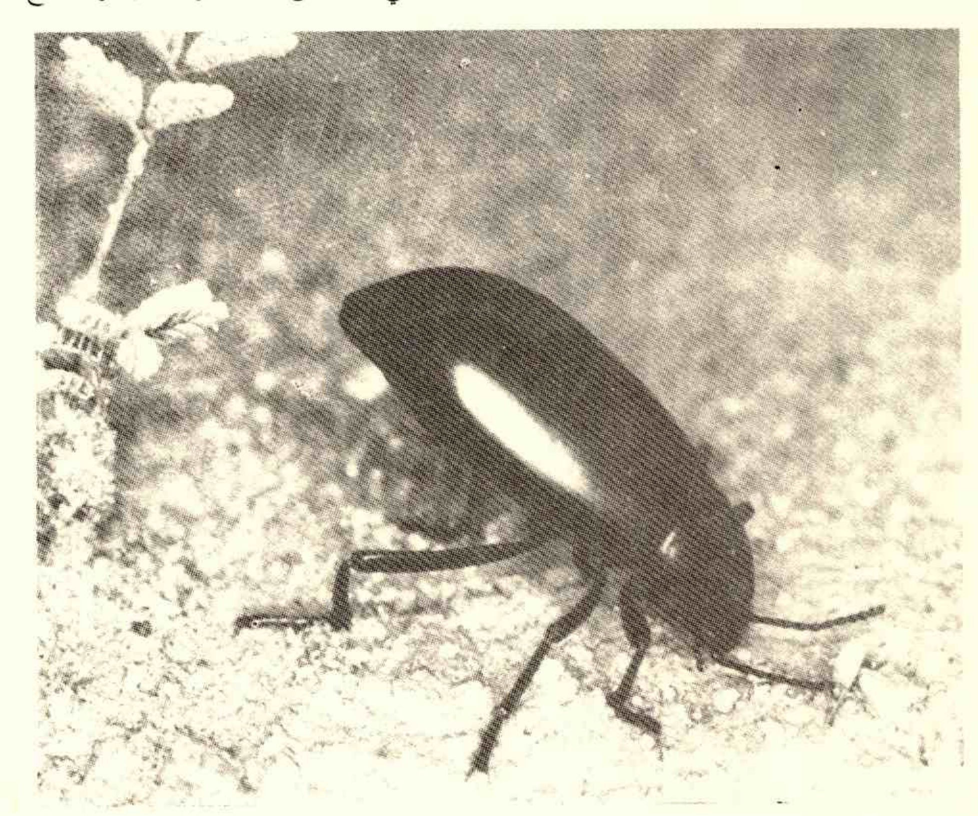
ومن مغمدَات الأجنحة نوع ينحني إلى الأمام مرسلا سائلا مقززا تفرزه إحدى غدده الصدريّة ، ونوع آخر يشبه الأوّل ويتصرّف بنفس الطّريقة رغم أنّه لا يتوفّر على غدد خاصّة . ويتعلّق الأمر في هاتين الحالتين بمحاكاة وتكييف متطوّرين . إلّا أنّه لوكان هذا الأسلوب فعّالا بكيفية مطلقة لتكاثر هذا النّوع من الحشرات المضرّة وأخلّ بالتّوازن الغذائي . والواقع أنّ هناك حيوانا ثدييّاً يعرف **بالفار الوثّاب** استطاع أن يحبط هذه الآلية الدّفاعية لدى هذه الحشرات وذلك بقلبها على ظهرها لتفادي قذف السّائل الكريه ويفترسها بدءا بالرأس .

ومثل هذه الحيوانات المتوفّرة على آليات وقائية ودفاعية كثيرة جدّا ، وهي بذلك تتمكّن من الافلات من أعدائها النشّالة التي تتقزّز من طعمها أو رائحتها أو تنخدع بأساليبها المتطوّرة . ولذلك فإن هذه الحيوانات تتّخذ أشكالا ومظاهر بارزة **لكي تظهرها لأعدائها حتى تتخلّى** عنها . وتكون سلامة أفراد هذه الأنواع من الحيوانات مرهونة كذلك بعددها : فإذا كان النّوع نادرًا أو قليل العدد ، فمن الضّروري أن تتمّ التّضحية بالعديد من الأفراد في البداية قبل أن يتعوّد أعداؤها على آلية دفاعها فتتجنبها بصفة نهائية .

وتقوم **محاكاة الانذار** بالفعل على هذه المرحلة الأولى التي يعاني فيها أعداء الحيوانات من أذى ما تفرزه من سائل أو رائحة أو طعم مقزز قبل أن تتعوّد على إلغاء مطاردتها من حسابها . وهذه الآلية تحمل إسم محاكاة موليو (Muller) الذي عاينها لدى العديد من مجموعات الحشرات كالنّحل والزّنابير التي تستعمل إبرها السامّة لدفع هجمات أعدائها . وبنفس الكيفية يدافع الفراش ذو الطّعم الكريه عن نفسه . ومن الواضح أنّ كلّ مجموعة من الحشرات التي تلجأ إلى محاكاة موليو تستفيد من أساليب غيرها من الحشرات ، ولذلك سمّيت الآلية بمحاكاة الانذار أو التّكييف أو التّخلّق .

أما محاكاة الخدعة أو ما يعرف بمحاكاة باتس (Bates) وهو عالم طبيعي إنجليزي فتعتمد على محاكاة واتّخاذ مظهر حيوان غير أكيل وتقليد تصرّفاته وحركاته . فهناك نوع من الحشرات التي لا تتوفّر على غُدد بطنية تفرز موادّ مقززة ، ولكنّها تنحني إلى الأمام وتتظاهر وكأنّها تقذف سائلا ، مما يخدع عدوها . وهناك أيضا عدد كبير من أنواع الذّباب التي تشبه النّحل ، ولكنّها غير مؤذية ، كما أنّ هناك عددا كبيرا من أنواع الفراش الشّبيهة بالفراش – السّلطان ذي الطّعم المقزّز .

وفي هذه الحالات تستفيد الأنواع التي تجيد المحاكاة من امتيازات الأنواع التي تقلّدها . ذلك أن العصفور إذا سبق له أن ذاق طعم الفراش–السّلطان **الكريه** –فإنه حين يعثر ثانية على فراش يحاكي هذا النّوع فإنه يتخلّى عنه ولا



من بين أشكال المحاكاة الموجودة في الطبيعة محاكاة الخدعة أو محاكاة باتس Bates (وهو اسم العالم الذي قام بتجريبها) ، ويتعلق الأمر بمحاكاة حيوان غير أكيل بتبنّي شكله وحركاته . والبركيّة الطويلة من مغمدات الاجنحة التي تطلق موادّ مفزّزة لصدّ أعدائها . وتقوم حشرة أخرى وهي الماغاسيدا بمحاكاة البركيّة الطويلة رغم أنها لا تتوفر على غدد مفرزة لموادّ منقزّزة ، وذلك لكي تصدّ اعداءها كما تفعل الحشرة السابقة .

كيف تحتمي الحيوانات القطبية من البرد ؟

يؤذيه . إلّا أنه حين يبدأ بالفراشة العادية التي تشبه الفراش - السّلطان فسوف يتعرّض كذلك لهذا الأخير لو صادفه ثانية إلى أن يستفيد من التّجربة المريرة بصفة نهائية . وفي جميع الحالات يمكن القول إن محاكاة الخدعة في تناسب مع ندرة تقليد النّموذج أو اختطافه الفصلي قبل المحاكاة . وبالفعل ، فإذا ظهر النّموذج قبل المحاكاة ، فإن الأعداء النشّالة المفتقرة إلى التجربة تأخذ الوقت الكافي لكي تتعوّد على التعرف عليه مما يجعل الأنواع المحاكية في أمن من خطر التّضحية ببعض مجموعاتها . ونفس الشّيء حين يكون عدد أفراد النّموذج أكثر من عدد النّوع المحاكي ، حيث تكون التّضحية في جانب أفراد النّموذج أكثر مما هي في صفوف النّوع المقلّد .

وهكذا تتجلّى لنا الأساليب المختلفة التي تلجأ إليها الحيوانات للدّفاع عن نفسها واتّقاء شرّ أعدائها من أجل البقاء . ولابدّ في هذا المجال من ظاهرة غريبة أخرى تتجلّى فيها قوى الطّبيعة بوضوح ، ويتعلّق الأمر **بتبادل التيّار المضادّ** .

فكما سنرى بالتّفصيل لاحقا ، فالحيوانات القطبية تتوفّر على خصائص تختلف عن مثيلاتها في المناطق الأكثر اعتدالا . وقد رأينا من قبل كيف فسّر قانون بيرغمان (Bergman) الحجم الضّخم الذي يميّز الحيوانات القطبية ، كما أن هناك قانون آلن (allen) الذي يرى أن الزّوائد الجسدية كالأذنين والذّيل والأنف وغيرها تكون صغيرة لدى الحيوانات القطبيّة بالمقارنة مع زوائد حيوانات مماثلة تعيش في مناطق أكثر حرارة ، وذلك راجع إلى كون الزّوائد الكبرى تفقد بسهولة حرارتها .

وإلى جانب ذلك تتوفّر الحيوانات القطبية على معطف سميك وعقيد بالمقارنة مع معطف غيرها من حيوانات المناطق المعتدلة والحارّة . إلّا أنّ الظّاهرة المثيرة هي ما يمثّله تنضيد شرايين وأوردة أعضاء هذه الحيوانات القطبية. وهذا التّنضيد يمكّنها من الاتساع للتبادل الحراري والمحافظة على حرارة الجسم وبرودة أطراف الأعضاء بواسطة **تبادل التيّار - المضادّ** . فالدّم الذي يسري في الجسم نحو الأعضاء يكون ساخنا بينما الدم الذي يعود إلى القلب عبر الأوردة يكون باردا بسبب الاتصال المستمرّ مع السطح الجليدي أو المكسوّ بالثّلج . وباتّجاهها نحو جهات معاكسة بعضها بالنّسبة لبعض ، تتمكّن الأوردة والشّرايين من تحقيق تبادل حراري على طول مجرى الدّم ، مما ينقل الدّم الوريديّ البارد إلى درجة حرارية مقاربة من الحرارة الأصليّة للدّم الشّرايينيّ ويمكن أطراف القوائم في نفس الوقت من الاحتفاظ بحرارتها .

في المناطق القطبية حيث يسود البرد القارس ، تمكنت الحيوانات من اتخاذ أشكال تكيّف متنوّعة . ومن هذه الأساليب التبادل المضاد للتيّار الذي يحدث في أرجل التديّيات القطبيّة . ويتعلق الأمر بنظام دورة الدم يجعل الدّم الدافىء الصادر عن القلب يسخّن الدّم البارد القادم من الأطراف . في **الرسم** تمثيل للتبادل المضاد للتيار .

التّكافل والتطفّـل :

سبق أن تعرّضنا إلى علاقات التّكافل التي تربط بين مختلف الأشكال الحيّة ، وفيما يلي سوف نقوم بدراسة وتوضيح هذه الظّاهرة الغريبة المرتبطة كذلك بظاهرتين هما **التطفّل والتّعايش** .

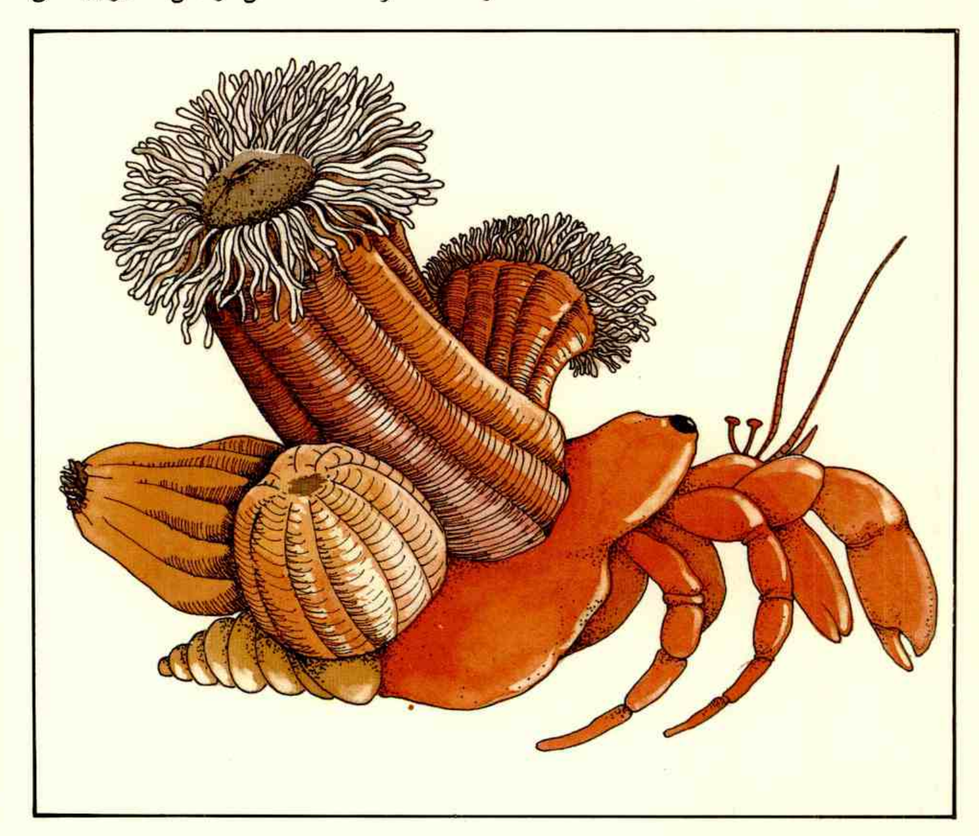
يمكن الحديث عن التّكافل في الحالات التي يعيش فيها كائنان حيّان أو أكثر حياة جماعية يسودها التّعاون المتبادل . فإذا استثنينا حالات التطفّل التي تتمثّل في علاقة البكتريات والأجسام العائلة لها ، فالتّكافل يكون حين يستفيد الجسمان معا من التّساكن والحياة المشتركة .

ومن الأمثلة التّقليدية المعروفة علاقة مقرّن الذّنب وهو من القشريات بالشّقار أو حوذان البحر . فمقرّن الذّنب يستقرّ في قوقعة ويحاول إقناع الشّقار بالالتصاق بها ليخفيها ويحاكيها . ومقابل هذه الحماية يوفر مقرن الذنب الحركة مع بعض القوت الذي يستهلكه الشّقار . وقد تمت عدّة محاولات لكسر هذا التّكافل وفصل الحيوانين عن بعضهما وذلك بنقل مقرن الذّنب إلى قوقعة أخرى ، ولوحظ أن الشّقار يتبع دائما رفيقه إلى مقرّه الجديد أينما كان .

ومن حالات التّكافل الكثيرة ، ذلك التّكافل الذي يجمع بين البكتريات المثبتّة للأزون والقطانيات . وقد رأينا سابقا أن أيّاً من العنصرين لا يتمكّن من استعمال الأزوت الغازي الموجود في الغلاف الجوّي ، والذي يصلح كغذاء لهما ، ولكنّه بواسطة عملية معقّدة توفّر البكتريات المثبّتة للأزوت هذا الغاز الحيوي تمتصّه جدور القطانيات

من أهم أمثلة الحياة التكافلية علاقة مقرّن الذّنب بشُقّار البحر وبالأشن . فمقرّن الذنب **(الرسم)** قشري يسكن كل القوقعات الفارغة التي يعثر عليها ، وعندما يلتقي بشُقّار البحر يحمله على ظهره مقابل بعض بقايا الغذاء الذي يوفره له هذا الأخير وهكذا يستفيد الاثنان معا من علاقة التكافل هذه .





لماذا تعول بعض الحيوانات حيوانات أخرى ؟

وفي كثير من الأحيان تسود علاقات تكافلية بين أجسام ذاتية التّغذية وأجسام عضوية التغذية ، أي بين نباتات خضر وأجسام تحتاج إلى موادّ عضوية مهيّأة مسبّقا . وتلك هي حالة الأشنّ ، وهي نباتات ذات مظهر مسطّح تعيش في البرد والحرّ على حدّ سواء . والحقيقة أنّ الأشنّ نتاج اجتماع تكافليّ بين طحلب وفطر . وبزرع العناصر المكوّنة **للأشنّة الكاليدونية** ، منفصلة بعضها عن بعض ، نما كلّ عنصر في استقلال عن العناصر الأخرى .

وقد أجريت تجارب أخرى في مختبرات لوس أنجلس بالولايات المتّحدة لدراسة المتطاول الأخضر الذي كشف عن نوع آخر من التّكافل . ذلك أنّ لونه الأخضر على مايبدو يرجع إلى احتواء خليّته الوحيدة لطحالب مجهريّة خضر تقوم بعملية التّخليق الضّوئي . فإذا كان الضوء متوفّرا بما فيه الكفاية ، فإن هذه الطّحالب تصلح في ضمان البقاء للمتطاول الأخضر ولو في انعدام الغذاء . وبالعكس ، حين ينفصل المتطاول الأخضر عن الطّحالب المجهرية فهو معرض للموت مالم يستقبل موادّ غذائية أخرى في الأرضية التي يزرع فيها . وأما الطّحالب الخضر فهي رغم ذلك تتمكّن من البقاء حيّة .

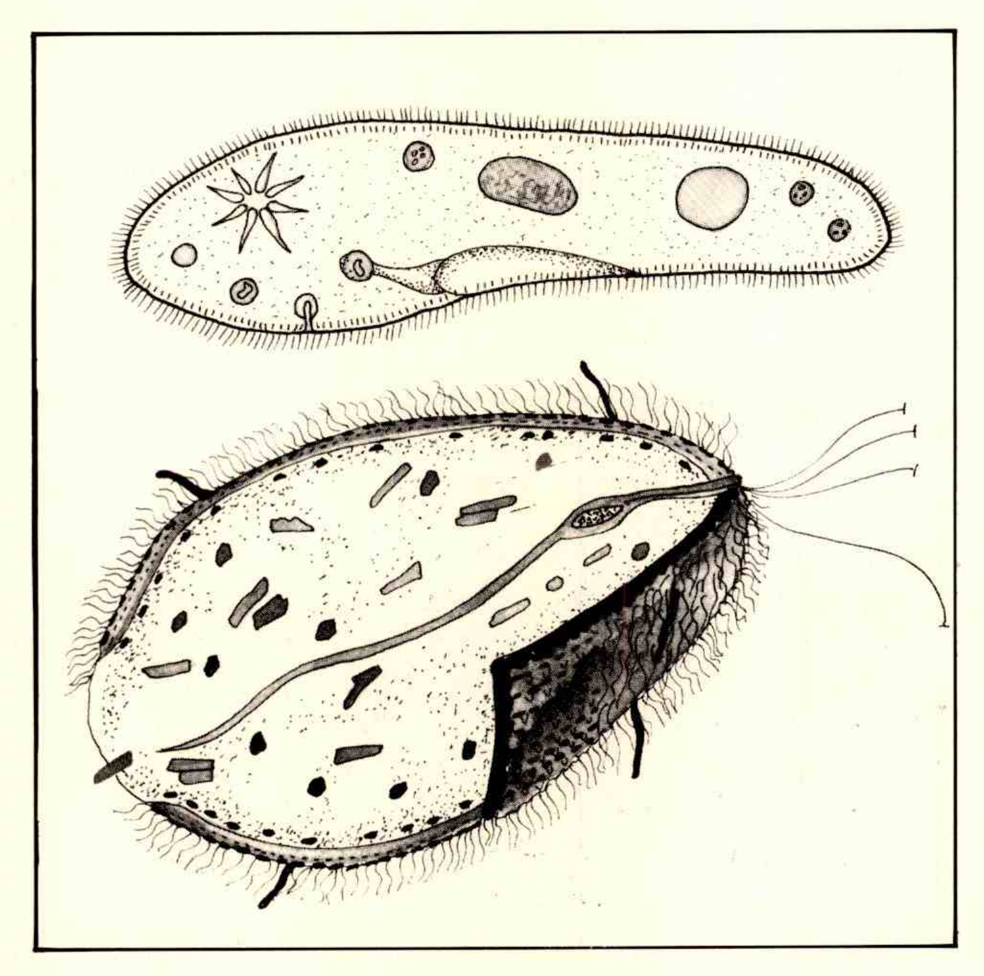


الصورة أعلاه : حالة نموذجيّة للراشنيّة : فالامفيبريون يعيش علاقة راشنيّة مع كبار شقارات البحر ، فهو يختفي بين مجساتها التي لا تضر به لمناعته الطبيعيّة حيث تحميه من الأعداء . ويكتفي بفضلات طعام شقار البحر كغذاء .

وبالمقابل ، تقوم القطانيات بامتصاص البكتريات وضمان تغذيتها . ولذلك سميّ هذا النّوع من التّعاون **بالتكافل الدّاخلي** .

هناك بعض ظواهر التكافل الخاصة كشفت عنها بعض الدراسات العلمية في الولايات المتحدة خلال السنوات الأخيرة : ففي **الرسم 1** متطاول أخضر يعيش في تكافل مع طحالب خضراء . وهو قادر على التعرف على متكافلاته لانه حين يتصل بغيرها يلتهمها ويهضمها دون أن يلحق اضرارا بمضيفه .

أما حالة تكافل الهلامية المتعددة السياط فهي من التعقيد بمكان إذ تعيش في تكافل مع ثلاث مضيفات احادية الخلية . وتظهر في **الرسم 2** : عصيات سوداء مختلطة بأهداب وسياط الحيوان : إنها ملتويات تعيش في تكافل مع بكتيريا أخرى تلتصق بدورها بسطح الهلامية المتعددة السياط . وبداخل متعددة السياط تعيش بكتيريات أخرى (الدوائر الزرقاء في الرسم) . الّا أن الغريب في الأمر هو أن الهلامية المتعددة السياط تعيش بدورها داخل معدة بعض الأرضات الأسترالية التي تحتاج إلى كل هذه المتكافلات لهضم الخشب الذي تتغذى به ، وتظهر في الرسم بقايا الخشب المهضوم .



إلّا أن أغرب ظاهرة كشفت عنها دراسة المتطاول الأخضر هي قدرته على التعرّف على العنصر الذي يتكافل معه . فبعد أن عزل الباحثون هذا المتطاول ، قاموا بنقله إلى وسط طحالب من نوع كلزريل نمت بسرعة إلى أن وصلت مستوى المعدّل المتناسب مع مقاييس المتطاول.

وقد لوحظ أن المتطاول حين يجد أمامه كلوريلات حرة فهو يبتلعها ويهضمها دون أن يلحق ضررا بالعناصر المتكافلة معه .

ومن أشهر مظاهر التّكافل وأعقدها كذلك ، حالة الأوّلي المتعدّد السّياط . فهذا الحيوان الأولي جسم أحادي الخليّة وذو مقاييس ضخمة ، يدور ببطء في معدة بعض الأرضات الأسترالية (دود الخشب) ، التي بدونه لا يمكنها أن تهضم الخشب المسحوق الذي تتغذّى به .

ومن خلال كلّ هذه المعطيات، **يمكن القول إن الأمر قد يتعلق بحالات تكافل باطنيّ** . إلّا أنه في الواقع ومن خلال بعض الفحوص المجهرية ، تبيّن أن العناصر التي كان يعتقد أنّها سياط غليظة للأوالي المذكور ، ماهي في الحقيقة الا ملتويات ، أي جراثيم بكتيريّة طويلة ولولبية ورهيفة تعيش في تكافل مع الحيوان الأوليّ على سطحه ، ومن جهة أخرى يتّحد كل ملتو ببكتيريا متكافلة تعيش بدورها ملتصقة بسطح الأوالي ، بينما هناك بكتيريا متكافلة أخرى تعيش داخل الأوالي المتعدّد السّياط وهكذا نكون إزاء أرضة تستقبل الأوالي الذي يأوي بدوره متلويين عند سطحه وبكتيريا ثالثة متكافلة بداخله .

كيف تنتظم الحيوانات داخل مجموعات ؟

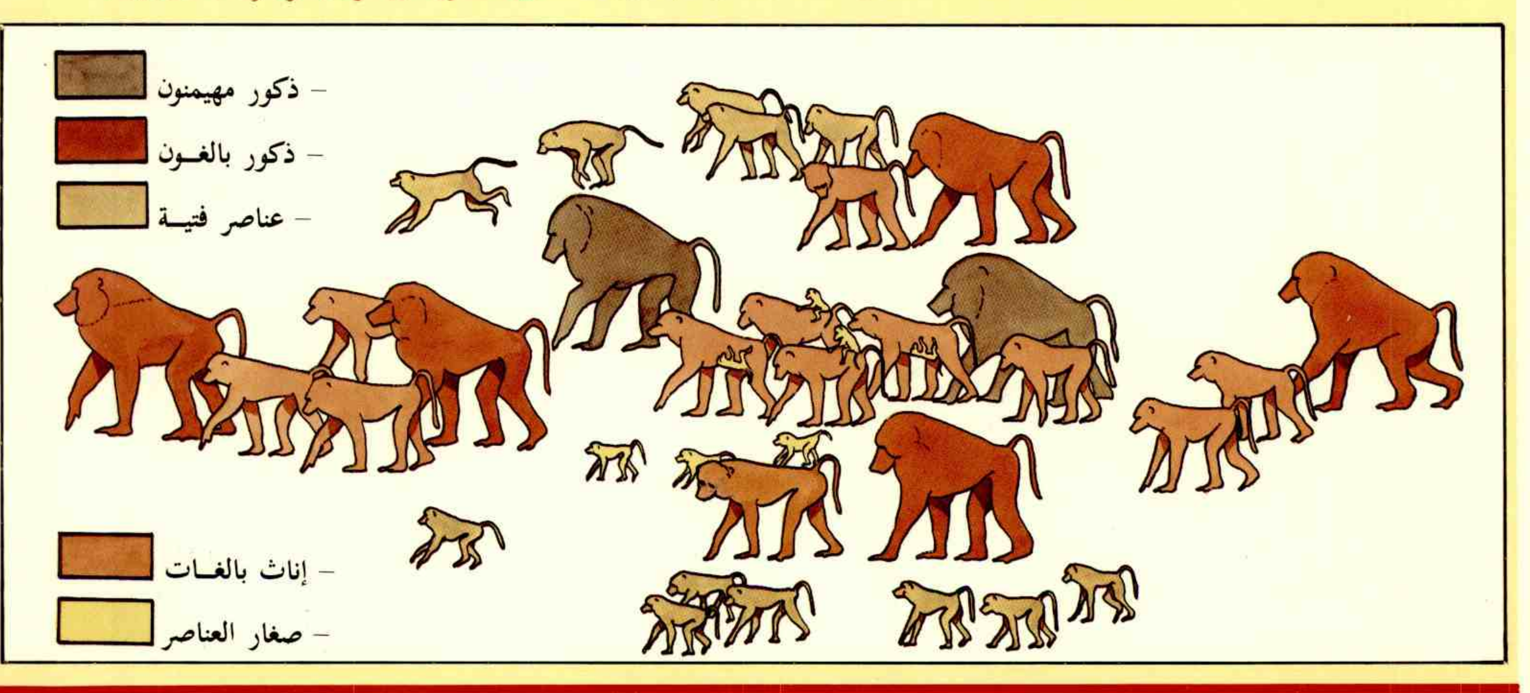
المجموعة والمنطقة والعدوانية

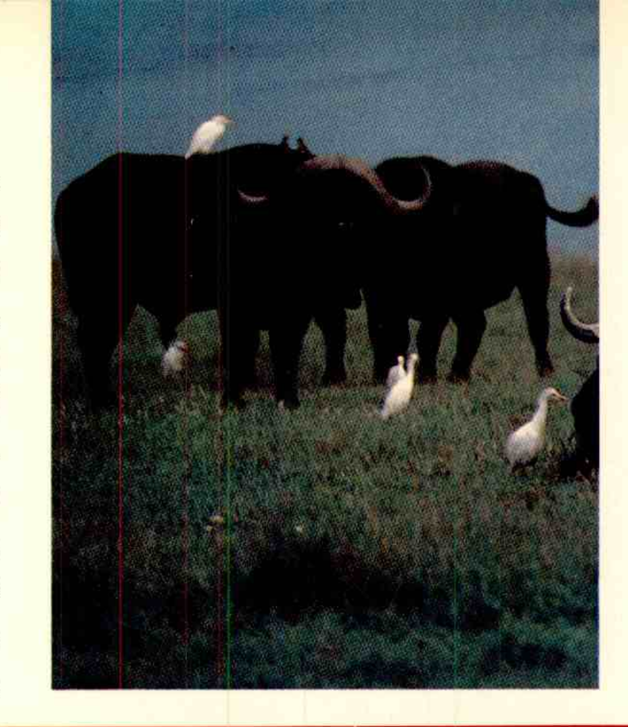
إن انماط حياة الحيوانات تتباين حسب خصائص كل نوع منها . فالدب مثلا يصطاد ويعيش منفردا بينما الخيول وباقي الحافريّات تعيش على شكل مجموعات لكي تحمي نفسها وصغارها من الأعداد النشالة . ومن الواضح أن الأسد يجد سهولة أكبر في الفتك بجاموس منفرد بينما يتعذر عليه ذلك إذا كان إزاء قطيع من عدة أفراد تهاجمه في آن واحد ، ولذلك فقد تعوّد الأسد على عزل فريسته عن مجموعتها للتحكم فيها وافتراسها بسهولة .

ومن بين الحيوانات التي تعيش مجتمعة نذكر القراديح (م . قُردح) التي تنتظم مجموعاتها على نحو تراتبي حيث يكون على رأسها بعض الذكور المهيمنة بمساعدة ذكور بالغين ، وتكون الاناث تحت السيطرة والصغار تحت الرعاية والحماية .

وهناك حالة أخرى ذات أهمية تتمثل في قطعان فيلة البحر اللاحمة التي يبلغ طول جسم ذكورها ستة أمتار ووزنها طنين . فعلى رأس المجموعة يكون قائد ذكر واحد له حق التصرف في كل إناث المجموعة ، ويصارع باقي الذكور الذين يريدون امتلاك الاناث بدورهم . وفي كل سنة يبحث الذكور عن مكان للتّناسل حيث يتصارعون لوضع تراتبية فيما بينهم لاستقبال الاناث وإخصابهم . وعند وصول الاناث تستمر المصارعة بين الذكور وتبقى محتدمة حتى ميلاد الصغار الذين يكونون معرضين للخطر لأن القائد أثناء تنقلّه على أرضه لا يبالي بما يوجد تحت قامته من أجسام صغيرة فيدوس عليها . وإذا ابتعد المولود الجديد عن أمه فإنه يتعرض للضياع والهلاك لأن الأمهات الأخريات لا يقبلن غير صغارهن ويفتكن بكل من يقترب منها .

في الرسم : تمثيل لمجموعة من القرادح . ونلاحظ موقع الذكور البالغين موزعين على الأطراف الأربعة للمجموعة ، بينما الذكور المهيمنون يمشون وسط التشكيلة .





عندما نتحدث عن التكافل أو المعايشة أو التطفّل كثيراً ما نقع في الخلط بين الظواهر التي نقصدها. ولننظر إلى الجاموس الذي في الصورة وإلى طيور الكركي الملازم له. هل نحن أمام حالة تكافل أم معايشة أم تطفّل ؟ إذا كان الأمر يتعلق بالتكافل فإن العلاقة تكون مفيدة للطرفين ، الّا أن الجاموس لا يستفيد من عمل الكركي الا لأنه يخلص جلده من الحشرات الطفيليّة وقد يستغنى عن هذه المساعدة . وليس الأمر متعلقاً بمعايشة لأن الجاموس لا يأكل الطفيليّات والكركي لا يأكل العشب . وليس الأمر قط متعلقا بحالة تطفّل لأن طيور الكركي لا تضر بالجاموس . إننا في الواقع أمام حالة تساكن مماثلة لحالة بعض الحشرات التي تعيش داخل أعشاش الطيور .

ويولد في مجموعة فيلة البحر الواحدة كل سنة مائة صغير لايبقى منها سوى عشرين فردا من بين الأقوياء والذين شملهم الاصطفاء الطبيعي لقدرتهم على التكيّف والصمود في وسط محفوف بالمخاطر والعنف .

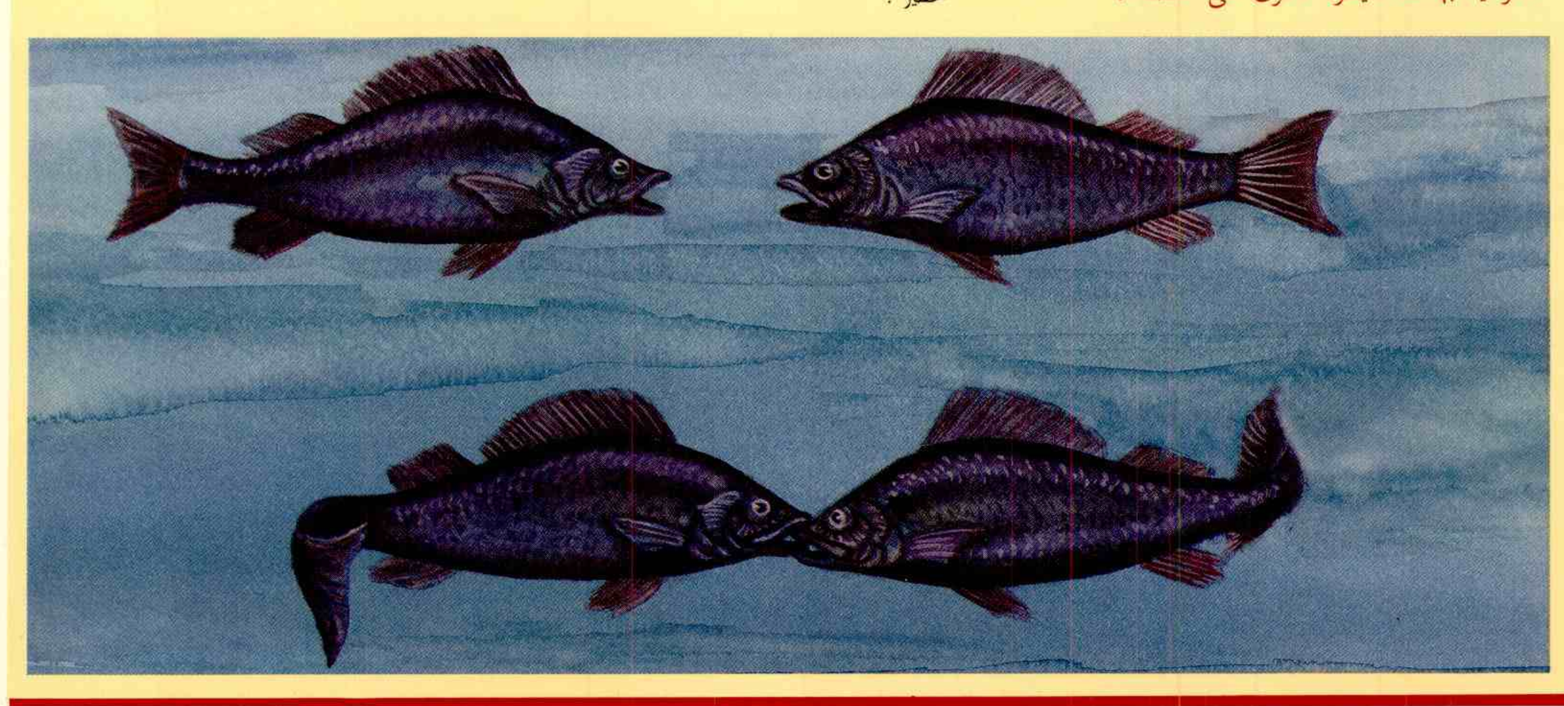
وهكذا نستخلص من حياة مجموعة فيلة البحر ظاهرتين أساسيتين في دراسة السلوك البيئويّ ، وهما العدوانية والمنطقيّة (أو الاقليمية) . فالمنطقة هي إقامة منطقة تكون تحت سيطرة فرد ذكر يتحكم في جميع العمليّات المتعلقة ببناء العش أو الجحر أو الوكر أو العرين وبالتناسل وحماية الصغار . فإذا قام ذكر بالتسلّل إلى منطقة يحتلها ذكر آخر ، فإن هذا الأخير يبدأ أولا في التبختر واظهار قوته لافزاع خصمه ؛ وإذا لم ينفع ذلك معه فإنه يضطر إلى مصارعته دفاعا عن منطقته . وفي أغلب الأحيان لا تسفر المعارك بين فردين من نفس النوع على موت أحدهما رغم ما يلحق بكل منهما من أضرار جسديّة كما هو الشأن لدى فيلة البحر .

وقد طوّرت الحيوانات سلسلة من التصرفات التي تمكنها من معرفة استسلام أحد المتصارعين وكذلك معرفة ما إذا كان الاستسلام كافيا ، إذ لا يحدث أبدا أن يقتل المنتصر المغلوب .

وتكون أغلب المعارك الت تنشب بين الذكور من النوع الطقوسي يحرص فيها كل طرف ـم جرح خصمه ، كما يحدث لدى الأيائل التي تتصادم بقرونها و كي لا تؤدي الجسم ، ونفس الشيء بالنسبة للثعابين الجلجليّة التي قد يفتك الواحد منها بالآخر بلذغة واحدة ولكنها تكتفي فقط المصارعة الجسدية للتمكن من إسقاط الخصم إلى الأرض. وللاسماك كذلك معارك طقوسية ، وخاصة لدى نوع الكيدم ، فالخصمان يلتصقان مع بعضهما بواسطة شفافهما الغليظة إلى أن يستسلم المغلوب دون أن يلحق به ضرر خطير .

لماذا تتصارع بعض الحيوانات ؟

في الرسم : معركة بين سمكتين وغالبا ما تكون المعارك طقوسية بهدف سيطرة الأقوى على المنطقة .



ويندرج مصطلح **التعايش** أو الرّاشنية أو المؤاكنة ضمن حالات التّكافل البسيطة . إذ يتعلّق الأمر بالعلاقات الموجودة بين حيوانات مختلفة تمام الاختلاف بعضها عن بعض ، حيث يتغذّى الأوّل بطفيليات الثّاني أو ببقايا الحيوانات التي يتركها على الأرض . ومن بين أمثلة التّعايش نذكر حالة السمك الرائد الذي يعيش على البقايا التي يخلفها سمك القرش وراءه ، ثم حالة طائر الكركر الذي يتغذى من الحشرات الطفيليّة التي تعيش على جلد البقر والجاموس أو الكركدن ، وهناك أيضا حالة «السمك – الكناس» الذي يتغذّى من الطفيليات التي يلتقطها من على ظهر الأسماك والمتمثلة عادة في الطحالب والأجسام المجهريّة .

أما فيما يخصّ ظاهرة التطفّل ، فقد سبق أن تعرضنا لها بإسهاب في الفصل الخاص بالبكتريات . ونكتفى هنا بالتأكيد على أن كلّ الأمراض التي تلحق بالانسان والحيوانات الراقية أو غيرهما من الأشكال الحيّة الأخرى باستثناء بعض الأمراض الخاصة كالقلب كلّها أمراض تسببها طفيليات على شكل بكتيريات ، أو حيوانات أكبر مثل الدّودة الشّريطية أو الدّودة الوحيدة التي تعيش في أمعاء الانسان وبعض الحيوانات الراقية .

لماذا يعيش النحل على شكل مجموعة موحّدة ؟

النحل من الحيوانات الاجتماعية

الحيوانات الاجتماعية هي التي تعيش على شكل مجموعات يتقاسم فيها الأفراد المهامّ والوظائف بكيفية دقيقة يقوم عليها التراتب الذي يحكم العلاقات مابين جميع العناصر . والنحل المعسل من هذا الصنف حيث يمتاز عن باقي أنواع النحل التي يبلغ عددها حوالي 10.000 نوعا بهذه الخاصية وخاصة منه النوع المنفرد الذي يعيش أفراده حياة مستقلة عن المجموعة . وعلى غرار سائر الحشرات ، فالنحل ذو جسم حلقيّ أسمر وأشعر ، وللنحلة لسان لحّاس يمكنها من ارتشاف رحيق الزهور ، وفكين لعجن الشمع وستّ قوائم وزوجي أجنحة . أما العينان فهما ذات صفيحيّات .

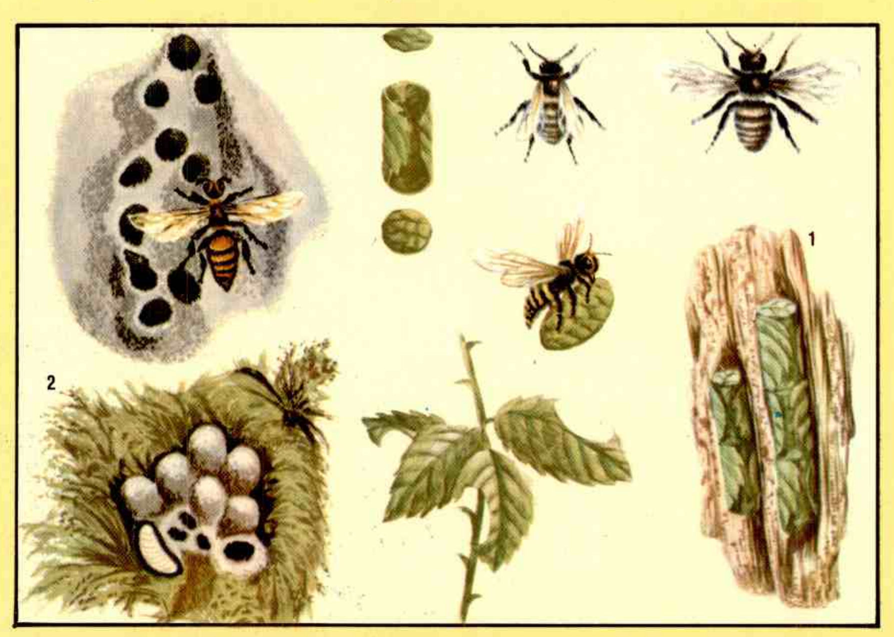
ويعيش النحل في حالته المتوحشة متجمعا في التجوفات الصخريّة أو على جذوع الاشجار الهرمة في حين يعيش في حالته الداجنة في بيوت صغيرة من القش أو الخشب تعرف لدى النّحالة بالخلايا حيث تربّى لتعطي النحل .

وتترأس مجموعة النحل ملكة وهي الأنثى الوحيدة التي تبيض وتحكم حوالي 300 ذكرا ومابين اربعين وستين نحلة عاملة عقيمة .

وتختلف هذه الملكة عن باقي النحل بضخامة جسمها واستطالة بطنها المنتهي بمنخس . وتقتصر مهمتها على وضع البيض ، إذ تضع منه مابين ثلاث وأربع بيضات في الدقيقة الواحدة وحوالي مليونين طوال حياتها . وحسب الفترة التي يوضع فيها البيض ، فهو يعطي نوعا معينا من النحل . فالذكور تولد الطيران الوزيجب أو في فترة الشيخوخة ، ويولد النحل العامل والملكات خلال اخصاب البيض في مرحلة الأمومة وتغذيته بالصقيع الكلكيّ الذي تفرزه الغدد القوتية . وتتغذى اليرقات التي تصبح ملكات ، من القوت الملكي طوال فترة فتوتها إلى أن تصير بالغة ، أما اليرقات التي تصبح عاملات وذكورا فهي تتغذى منذ يومها الثاني من العسل واللقاح .

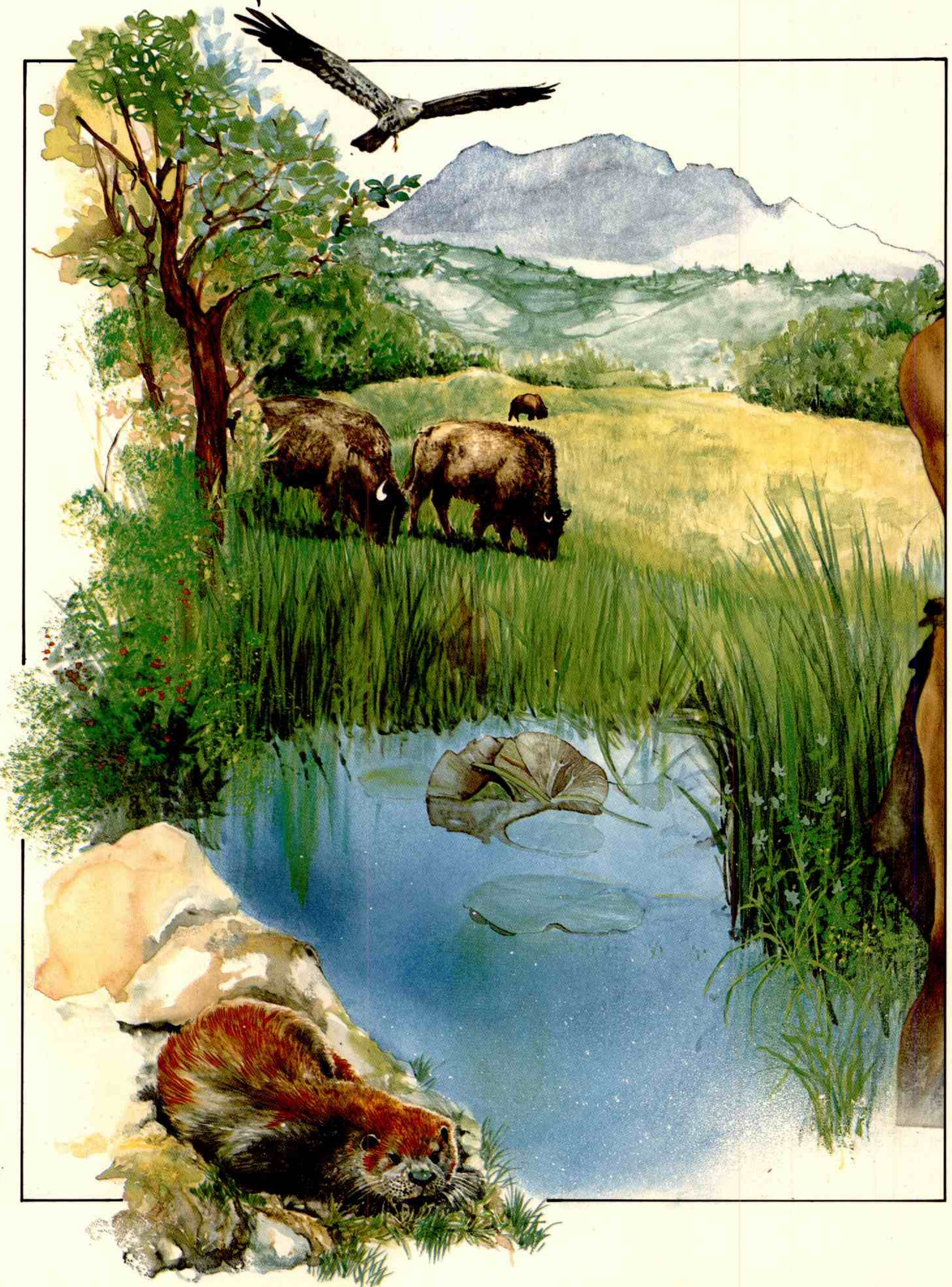
ويكون مصير الذكور بئيسا حيث تنحصر مهمتها داخل المجموعة في اخصاب الملكة . إلّا أن ذكرا واحدا هو الذي يفلح في اخصاب الملكة في حين يُقتل الباقون أو يهملون مما يؤدّي إلى هلاكهم لكونهم لا يستطيعون ضمان تغذيتهم الذاتية .

ويُشكّل النحل العامل الطرف المركزي والأكبر عددا داخل المجموعة . فهناك ملكة واحدة وذكر واحد يقوم بإخصابها وآلاف العاملات التي تنجز كافة الأشغال اللازمة لعمل المجموعة وتسيير الخلية . وهي تتوفر في مؤخرة قوائمها الخلفية على أكياس صغيرة تنقل بها اللقاح الذي تلتقطه وتجمعه . ولها منخس مشوّك يبقى ملتصقا بجسم العدُوّ الذي يتم وخزه . والنحل العامل هو الذي يصنع شمع العسل ويبني الأسناخ وذلك بفضل غدد تقع في البطن . وتقوم كذلك بتربية يرقات الملكات في أسناخ خاصّة وكذلك يرقات الذكور والعاملات . وخلال فصل الصيف ، حين يتضخم عدد أفراد المجموعة ، تقوم الملكة القديمة بمغادرة الخلية صحبة بضع عشرات الآلاف من العاملات لتؤسّس مجموعة أخرى مستقلة بينما تتصارع الملكات التي بقيت في الخلية القديمة لكي تقيم تراتبية جديدة .



إن النحل من الحيوانات المتميزة بحياتها الخاصة . فهي تعيش على نمط تجمعي غاية في التنظيم تتوزع فيه الوظائف بكيفية صارمة . **في الرسم أعلاه :** 1 شغالة ، 2 شغالة تحمل كرة من اللقاح في طرف قوائمها الخلفية ، 3 ذكر أو يمخور ، 4 ملكة .
في الرسم جانبه : 1 و 2 نحل فريد (1 . نحلة فرّاشة تقطع أجزاء بيضية الشكل من الأوراق وتلفّها لتفرش بها العش . 2 نحلة حفّارة في العش المدفون المتوفر على قناة للمرور ،

المحيط الحيوي وعلم البيئة



الأنظمة البيئية : معطيات تاريخيّة

ماهو النظام البيئي ؟

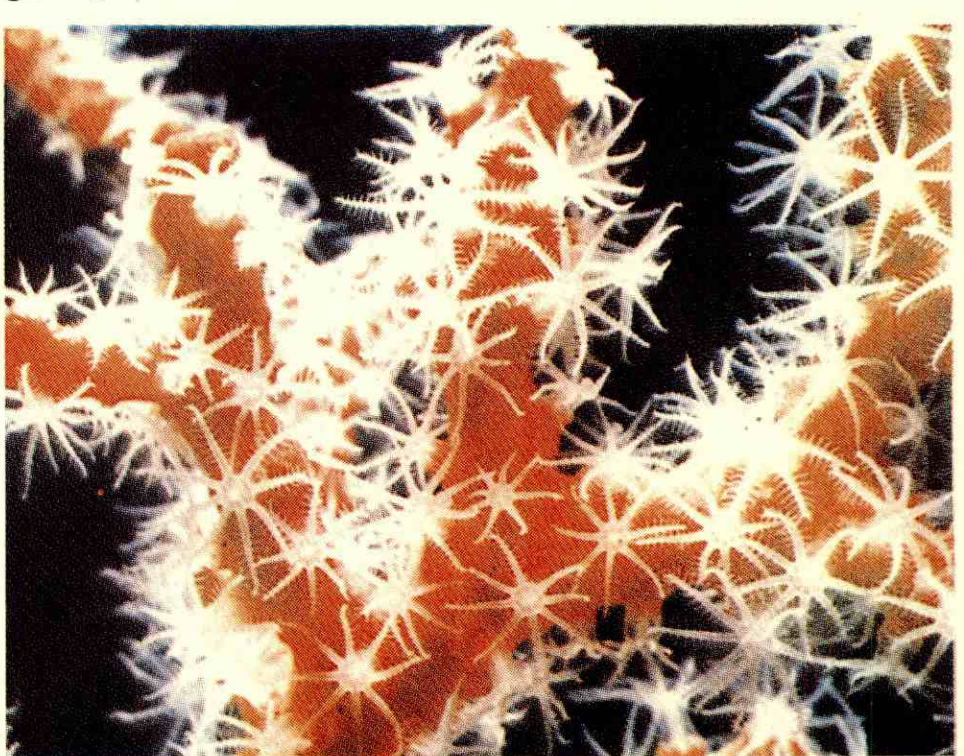
في إطار العلوم التي تهتمّ بالعلاقات بين الأنواع الحيوانية والنّباتية أو ما يعرف **بالتآزر البيئي** ، يُعرّف **النظام البيئي** (أو الحميلة البيئيّة) بكونه جزءا محدّدا من المحيط الحيويّ ذي علاقات خاصّة بين بيئة معينة وتجمع حياتيّ أو حيويّ يحتلّها . وهكذا فالنّظام البيئي هو مجموع العناصر الأحيائية (البيولوجيّة) والعناصر العامة التي تميّز جزءا معيّنا من المحيط الحيوي ، ويمكن أن يكون هذا الجزء كبيرا وشاسعا كالبحر أو صغيرا وضيّقا كالجنبة .

ومن البديهي أن وسطا ما يتغيّر بكيفية متناسبة مع العوامل المتعدّدة كطبيعة التّربة التي قد تكون متفاوتة القلوانية ، حسب الأساليب التي سبق ذكرها (في الفصل الثاني) والتي قد تكون جافّة ورطبة أو جليديّة خلال أغلب فصول السنة ، وذلك إذا اعتبرنا المحيط الحيوي فى مجموعه . أما العوامل الأخرى فهي الايقاع الفصليّ ، الذي قد يكون متفاوت الوضوح ، وغزارة وطبيعة التّساقطات وغنى أو فقر الغشاء النّباتي الذي يلعب دوراً وقائيا ضدّ الاشعاعات الشّمسية والضوء . الّا أنّ المشكل المطروح عندما نتحدث عن النّظام البيئيّ يتعلّق بخصوصيّة وتميّز **نظام بيئة معيّنة. فمثلا حين نتحدّث عن المرج** ، يمكن القول بوجود **نظام للمرج** الّا أنّ هذا الأخير ليس وحدَه الموجود في المرج ، على اعتبار أن كلّ نظام بيئيّ يرتكز على العلاقة القائمة بصورة إجمالية بين جميع الأشكال الحيّة ، وكذلك على العلاقات الموجودة بين كلّ النّباتات كل واحدة على حدة وبين العناصر المستهلكة التي **تحتضنها والتي تجعل النبتة نفسها نظاما** بيئيا متكاملا وقائما بذاته . ويحمل الوسط الصّغير جدّا إسم **النّظام البيئيّ الصّغير، بينما يسمى الوسط الكبير** مثل المرج أو الصّحراء **بالنّظام البيئيّ الكبير** .

أما **البيئة الوسطى** فهي وسط طبيعيّ بما تحتويه من كائنات ، تكون بمثابة صلة وصل بين حميلتيين بيئيتين متباينتين . فالنّباتات المستنقعية الواقعة على ضفاف نهر أو بحيرة ، تعتبر بيئة وسطى تجمع بين أنظمة بيئية مائية صرفة مغمورة وأنظمة بيئية بريّة بارزة . وتعدّ البحيرات الشّاطئية ومصابّ الأنهار بدورها بيئات وسطى تقع بين الأنظمة البيئيّة البحريّة والأنظمة البيئيّة للمياه العذبة . وبالمقابل ، فوسط المدّ والجزر بيئة وسطى أكثر تعقيدا تقع بين النّظام البحريّ المرتبط بالماء والنّظام الجوّي . وهي بيئة غاية في التّعقيد بالنّظر إلى كونها بيئة وسطى في حدّ ذاتها ولكون التنوّع والتخصّص الذي يميّز أشكالها يجعلان منها نظاما بيئيّا حقيقيا .

والجدير بالاشارة أن أي نظام بيئيّ لا يتميّز بالاستقلال المطلق .

ولنأخذ مثال إحدى الجزر الثّلاثة عشر الرئيسية في أرخبيل غالاباغوس المشهورة ببراقش داروين ، ولنفترض أنها ذات شكل ومقاييس تجعل منها نظاما بيئيا منفردا . فهذه الجزيرة لابدّ وأن تكون لها علاقات تبعيّة وتعلّق مع البحر الذي يحمل إليها الطّيور والحيوانات الآكلة للحتات (أي



الصورة جانبه : من بين الأنظمة البيئيّة هناك نظام يتوفّر على ظروف بيئيّة خاصة ، وهو حاجز المرجان الذي ينتشر فيه عرق اللؤلؤ .

التي تقتات بالنّفايات وتعيش على الشّاطىء) ، والذي تردّ إليه بدورها الموادّ الغذائية التي أخذتها منه بفضل مياه الأمطار . وهذه الجزيرة ليست مستقلّة عن المناخ الخاصّ المرهون بوجود البحر ، وهي فضلا عن ذلك غير مستقلة عن التيارات البحريّة التي تضمن لها حرارة معتدلة ، كما أنّها مرتبطة بطبيعة التّربة التي تكون جافّة على طول الشّواطىء وخصبة في الدّاخل .

وبنفس الكيفية ، فالبحيرة التي لا تتلقّى مياه الأنهار المتسرّبة ولا ينطلق منها أي جدول ، تكون مع ذلك غير مستقلّة عن الأراضي التي تحيط بها والتي تزوّدها بالاملاح والموادّ العضوية . وهذا التّرابط والتواقف يصدق كذلك على تلك الأراضي لأن للبحيرة المذكورة تأثير على حياة النّباتات والحيوانات الموجودة على الضّفاف حيث تزودها بالماء الضّروري . والأمثلة كثيرة في هذا المجال ، مما جعل بعض العلماء يرون أن المحيط الحيوي نظام بيئيّ واحد يتوفّر على خصائص مكوّنة ومميّزة تعرف «بالأنظمة البيئيّة المتميّزة» .

وقبل تعميق دراسة أهمّ الأنظمة البيئية ، لابدّ من الاشارة إلى الدّور الذي يلعبه الانسان حيث مكّن من إقامة تمييز جديد يرتكز على «التّلقائية» التي تتفاوت درجاتها في البيئة . وبالفعل فهناك فرق بين **الأنظمة البيئيّة الطّبيعيّة** الخالية من أيّ تدخّل إنساني مما جعلها عذراء ، وبين **الأنظمة البيئيّة «الاصطناعية»** التي أنشأها الانسان والمتمثّلة في الزّراعات وأحواض السمك والخرائب ، ثم بين **الأنظمة البيئية الاصطناعية المثارة** من قبل الانسان ، والتي ترجع إلى الاتلاف والتّخريب وتكييف البيئة . وخلال القرن الأخير تمكّن الانسان من تحويل وتغيير كل الأنظمة البيئية الطّبيعيّة والتي تنحصر اليوم في مناطق وعرة ومنعة مثل القطبين وقمم الجبال الشّامخة أو في المنتزهات والمفردات . ولأسباب اقتصادية ، ما فتىء الانسان أن قلّص الفارق بين الأنظمة البيئية الطّبيعية والأنظمة البيئية الاصطناعية وجعله من قبيل النّظريات فقط .

ويتوقّف بقاء الانسانية على مدى معرفة الانسان لكيفية تحويل الأنظمة البيئية بطريقة منطقيّة ومتجانسة وخالية من العنف . وفي هذا المجال يكون دور علم البيئة أساسيّا حيث يمكّن من استعمال ملائم للطبيعة دون تفقيرها أو تخريبها . ويتم التّمييز كذلك بين الأنظمة البيئية المائيّة والأنظمة البيئيّة البريّة (الأرضية) . وتنقسم الأنظمة البيئيّة المائية إلى أنظمة بحريّة قارّة وأنظمة المياه العذبة الأكثر دينامية وتغيرا . وتكون هذه الأخيرة أكثر حداثة وتحتضن كائنات حيّة عددا من الكائنات البحرية كما تقلّ غنى عن المياه البحرية .

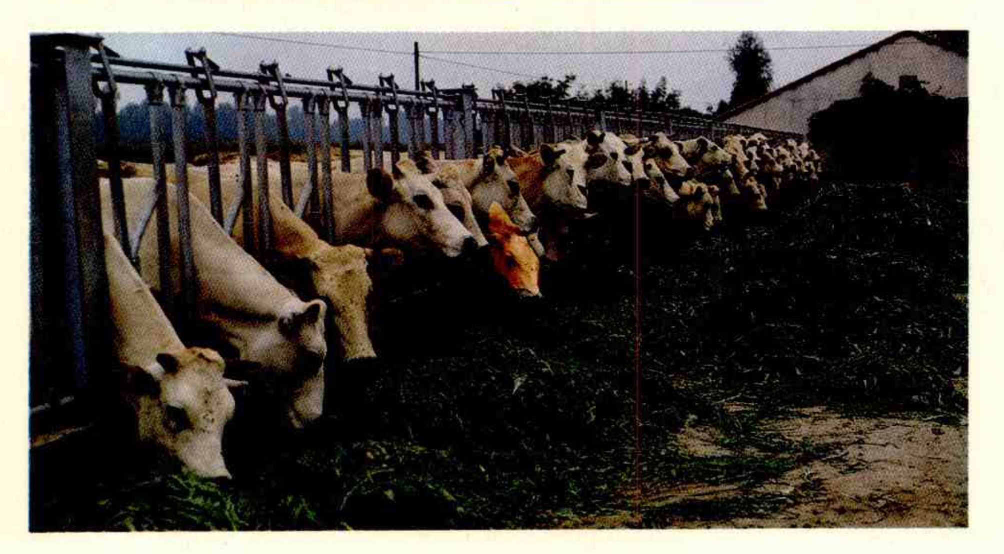
وأول مجموعة كبرى سوف نتعرّض لها فيما يلي هي الأنظمة المتوسّطة كالمياه الأجاجة والمياه الانتقالية بين البحار والأنهار . وبعد ذلك سنهتم بالأنظمة البيئيّة البَيْفُرجيّة ذات الخصائص المميّزة على المستوى المورفولوجيّ والفيزيولوجيّ لعناصر التّعمير ، وهي خصائص مرتبطة بتغيّرات البيئة . وتلي ذلك دراسة لأنظمة التّربة «المختلطة» التي هي نتاج تواجد أجسام مجهرية هوائية كالحشرات ومائية كالطّحالب والبكتريات والحيوانات الأوليّة وغيرها . وبعد ذلك سوف نتعرّض للأنظمة البيئية المقفولة بإحكام والتي ترتكز خاصيتها الأساسيّة على نقص الضّوء أو الحرارة أو الماء .

كم عدد الأنظمة البيئيّة ؟

إلى جانب الأنظمة البيئية الطبيعية توجد أنظمة من نوع آخر : الأنظمة الاصطناعية التي يصنعها الانسان والأنظمة الاصطناعية التي يثيرها الانسان .

فتربية الابقار (الصورة 2) نظام بيئي من صنع الانسان ونفس الشيء بالنسبة لحقل يزرعه الانسان (الصورة 1)





الأنظمة البيئية المائية

بعد التّوضيح السّابق بشأن ماهية النّظام البيئي ، لاشكّ أن القارئ سوف يفكّر في النّظام البيئي للحقل الذي أمامه والغابة التي يرتادها عادة ، لكنّه لا محالة سوف يغفل التفكير في ما يحدث في قيعان المحيطات وفي قعر مجرى النّهر . ويبدو ذلك طبيعيا على اعتبار أن الانسان كائن برّيّ يحتل وحدة إحيائيّة يابسة خاصة وأنّه يعيش على مشارف الصّحاري أكثر مما هو أقرب إلى نظام بيئيّ مائيّ .

ويعد الماء في الواقع ذا أهميّة حيوية قصوى بالنّسبة للانسان ، ليس فقط لما يمثّله من نسبة كبرى في تكوين جسمه ، أي 75 بالمئة ، وما يمثّله في تكوين الأرض أي نسبة ثلاثة أرباع كرتها، ولكن ذا تأثير هام على كلّ الأوساط . وإذا رجعنا إلى الجزء المخصّص للجيبيولوجيا ، فسوف نفهم بسهولة كيف يتجلى هذا التّأثير وماهي مظاهره الملموسة . فقد تحدّثنا عن دور الماء في التّبادل الحراري وفي تغيّرات البيئة المحيطة وفي تشكّل الصخور التي تكون الغلاف الصّخريّ ، وعن دوره في إثارة الكوارث الأرضية الطّبيعيّة كالأعاصير وثوران البراكين .

وبما لاشكّ فيه أن الماء يمثّل بالنّسبة للانسانية آخر أمل في البقاء على اعتبار أنّ الموارد الغذائية الأرضية سائرة في التقلّص شيئاً فشيئاً بَينما البحيرات والمحيطات مازالت تختزن وتوفّر إمكانيات غذائية هائلة . وعلاوة على ذلك ، فكما أنّ الماء هو أصل حياة ووجود الانسان ، فإنّه في نفس الوقت العنصر الذي نقذف فيه بأغلب نفاياتنا . وتكتسي هذه الظّاهرة أهميّة بالغة لأنّها تمكّننا من تقدير عمق تأثيرات التّصنيع واستغلال الانسان للبيئة . ومن الأهداف الأساسية لعلم البيئة تحليل أبعاد تأثير الانسان على البيئة وتوجيه هذا التأثير نحو استغلال أكثر منطقية وعقلانية وملاءمة . وأنّ الاستغلال الذكيّ للثّروات الطّبيعية وحده لكفيل بجعل الانسانية في مأمن من التّفقير الذي يظهر أنّها تتّجه نحوه بخطى حثيثة .

الأنظمة الطّبيعيّة للمياه العذبة :

بعد التّمييز بين الأنظمة البيئية للبحيرة باعتبارها ماء عذبا داخل حوض ، وبين الأنظمة البيئيّة للمياه الجارية وقبل القيام بدراسة وصفيّة للفوارق الموجودة بين النّظامين ، يجدر بنا أن نتوقّف في البداية عند موضوع بالغ الأهميّة بالنّسبة لفهم الظّواهر البيئية للأوساط المائية . ويتعلّق الأمر بخصائص الماء المرتبطة بالحرارة التي تعدّ عاملا أساسيا في الأنظمة البحيريّة .

فعلى إثر إنخفاض في الحرارة ، تتقلّص كتلة العديد من الصّخور . ومن المعلوم أن الموادّ السّائلة بصفة خاصة تتوفّر كلّها على درجة تصلّب تبلغها عندما تتجمّد . وعادة

إن وجود الماء في الأنظمة المائية يجعل الحياة مختلفة عما هي عليه في الأوساط التي نعيش بها . إلّا أن الماء ليس العامل الوحيد المجدّد للحياة المائية . فإذا اخذنا مثال الحرارة مثلا فإننا نلاحظ أن البحر الميت **(الصورة جانبه)** ذو حرارة مرتفعة مما يجعله كثير الملوحة . وهكذا فسكن هذا البحر يختلف تماما عن سكن البحار القليلة الملوحة أو البحيرات والأنهار .



ما يثير التقلّص زيادة في الكثافة بحيث كلما أصبحت مادّة باردة كلّما أصبحت أثقل وزنا أي أكثر كثافة مما كانت عليه وهي ساخنة .

إلّا أن الماء لا يخضع لهذه السّيرورة ، وبعبارة أدقّ ، فهو لا يتبعها كاملة : فالماء يبلغ درجة كثافته القصوى عند مستوى أربع درجات مئوية ، غير أنّه حين تستمرّ الحرارة في الانخفاض إلى أن تصل صفر درجة مئوية ، يتجمّد ويتمدّد ، أي يصبح أقلّ كثافة . ولهذا السّبب يطفو الجليد على صفحة الماء بينما الموادّ السّائلة الأخرى تغوص عند تصلّبها . وهذا من الأهميّة بمكان في حياة بحيرة ، على اعتبار أن البحيرات والأنهار لا تتجمّد أبدا إلى غاية قعرها ماعدا في المناطق القطبية ، وأنها تسمح باستمرارية الحياة كما سيتجلّى لنا بوضوح في الفصل اللّاحق .

الأنظمة البيئيّة البحيريّة :

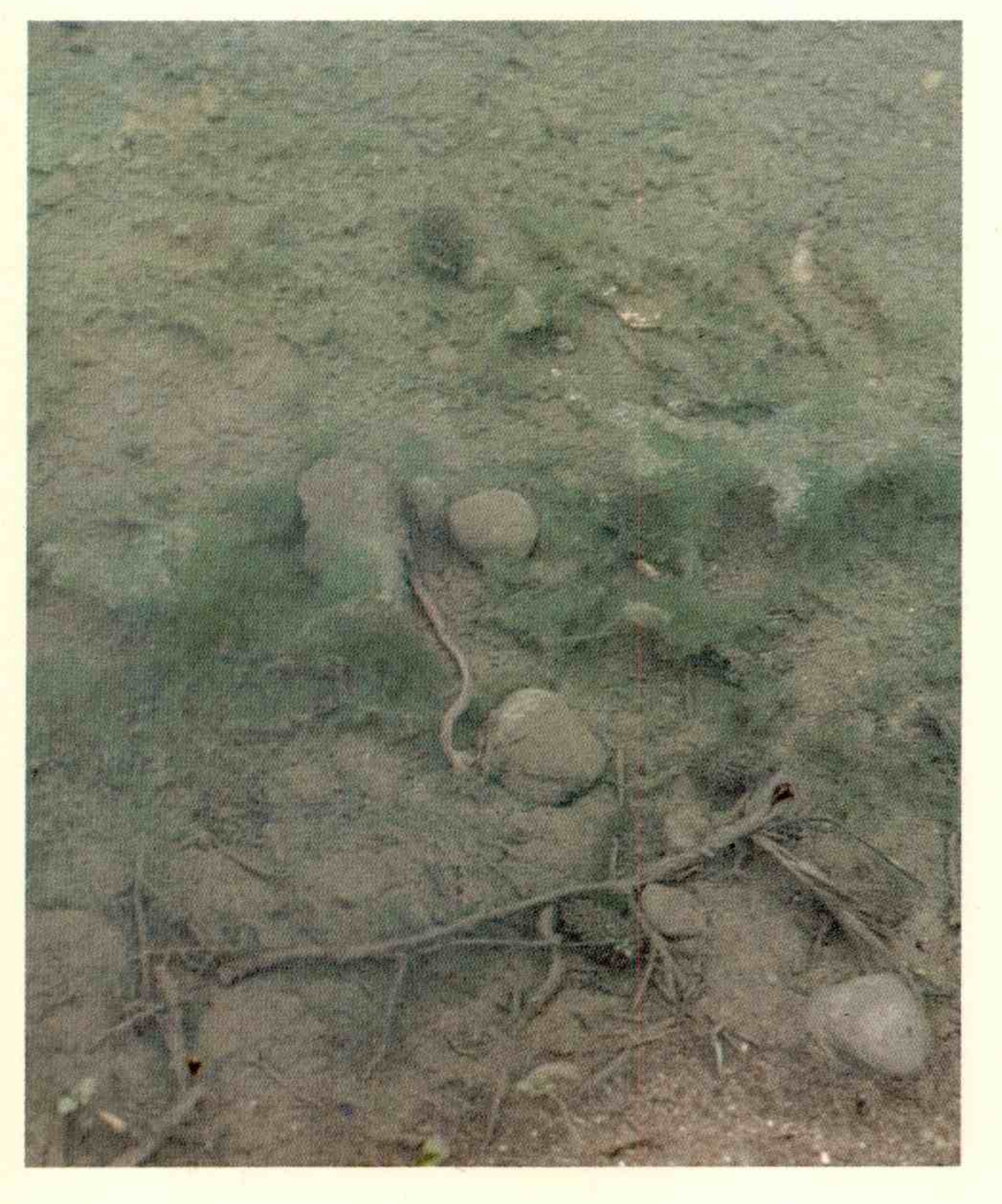
خلال فصل الشتّاء ، يمكن أن يتجمّد سطح بحيرة ما ، الّا أنّ الماء الموجود تحت الطّبقة الجليدية السّطحية يبقى محتفظا بدرجة حرارة فوق الصّفر ، في حين تستقرّ هذه الحرارة في القعر عند مستوى حوالي أربع درجات مئوية . حيث يكون الماء أكثر كثافة هناك . وهكذا تكون طبقة الجليد بمثابة طبقة عازلة للكتلة المائية حيث تحول دون تجمّدها .

وإذا كانت البحيرة عميقة بما فيه الكفاية ، فإن سمك الجليد لا يتمكّن من الوصول إلى القعر ، مما يتيح للنّباتات والأسماك والأجسام الأخرى أن تعيش رغم قساوة البرد الشّتويّ .

وهكذا يتّضح أن الماء لو كان مماثلا للسّوائل الأخرى لما طفا الجليد ولغاص نحو القعر رافعا الماء السّائل نحو الجزء الأعلى حيث يتجمّد بدوره ، وتستمرّ هذه الآلية إلى أن تتجمّد جميع الكتل المائية الموجودة على وجه الأرض مما يؤدّي لا محالة إلى هلاك جميع الأجسام الحيّة . وسوف ينتج عن ذلك أن شمس الصّيف لن تتمكّن من إذابة جليد البحيرة المتجمّد بأكمله ، مما سيكون له عواقب على مناخ المناطق المجاورة حيث يصبح أكثر برودة ، كما أنّ الحيوانات والنّباتات سوف تتضرّر من ذلك وتنزح نحو المناطق الأكثر حرارة . وسيترتّب عن ذلك اضطراب شامل لمظهر المحيط الاحيائي ، وبالتالي مساس خطير بحياة الانسان .

وخلال فصل الربيع عندما يذوب الجليد ، تصبح مياه سطح البحيرة أكثر كثافة كلّما زادت حرارتها على مستوى أربع درجات مئوية . آنذاك ، تبدأ في الهبوط واتّخاذ مكان المياه الأقلّ كثافة ، والتي تصعد بدورها نحو السطح . وعندما تبلغ درجة حرارة المياه الصّاعدة مستوى أربع درجات مئوية ، تهبط بدورها لتعوّضها مياه أكثر برودة وأقل كثافة . وهكذا تنشأ سيرورة تعرف بالانقلاب الحراريّ الربيعي . وأثناء هذه السيرورة الامتزاجية تنتشر المياه السّطحية المتأكسجة في البحيرة ، بينما تتمكّن المياه العميقة من الصّعود إلى السّطح لتتأكسج من جديد بعد أن كانت توفّر الأوكسيجين للحيوانات والنّباتات المغمورة

لماذا يطفو الجليد ؟



يتميّز النظام البيئي للبحيرة بنقص مهم في حركة المياه . كما أنه في الفصول الباردة يُؤدّى الجليد السطحيّ إلى تباطؤ أكثر في حركة الكتلة المائية ، ممّا يؤثر بعمق على التجمعات الحياتية هناك . وهكذا ينشأ ما يعرف «بالتنضيد الشتوي» .

في الصورة سطح بحيرة غير متجمّد ولكنه يظهر التنضيد بوضوح .

ماذا يحدث في بحيرة خلال مختلف الفصول ؟

والقعرية ، وفي نفس الوقت تقوم بنقل المعادن والنّفايات العضوية المتراكمة في القعر وتجعلها تدور في البحيرة .

ولدى اقتراب فصل الصّيف ، ترتفع الحرارة فتؤثّر على المياه السّطحية التي أصبحت حرارتها تتجاوز الأربع درجات المئوية ، وبالتّالي أقل كثافة من المياه العميقة . حينذاك يحدث توقّف في سيرورة الامتزاج يعقبه نشوء تدريجي لوضع طبقاتي يعرف **بالتّنضيد الصيفيّ** . وخلال الفصل الحارّ تبقى المياه العميقة باردة متيحة للكائنات الحيّة استعمال الأوكسيجين الطّليق ، كما أنّها تشهد إيداع النّفايات العضوية والمعدنية .

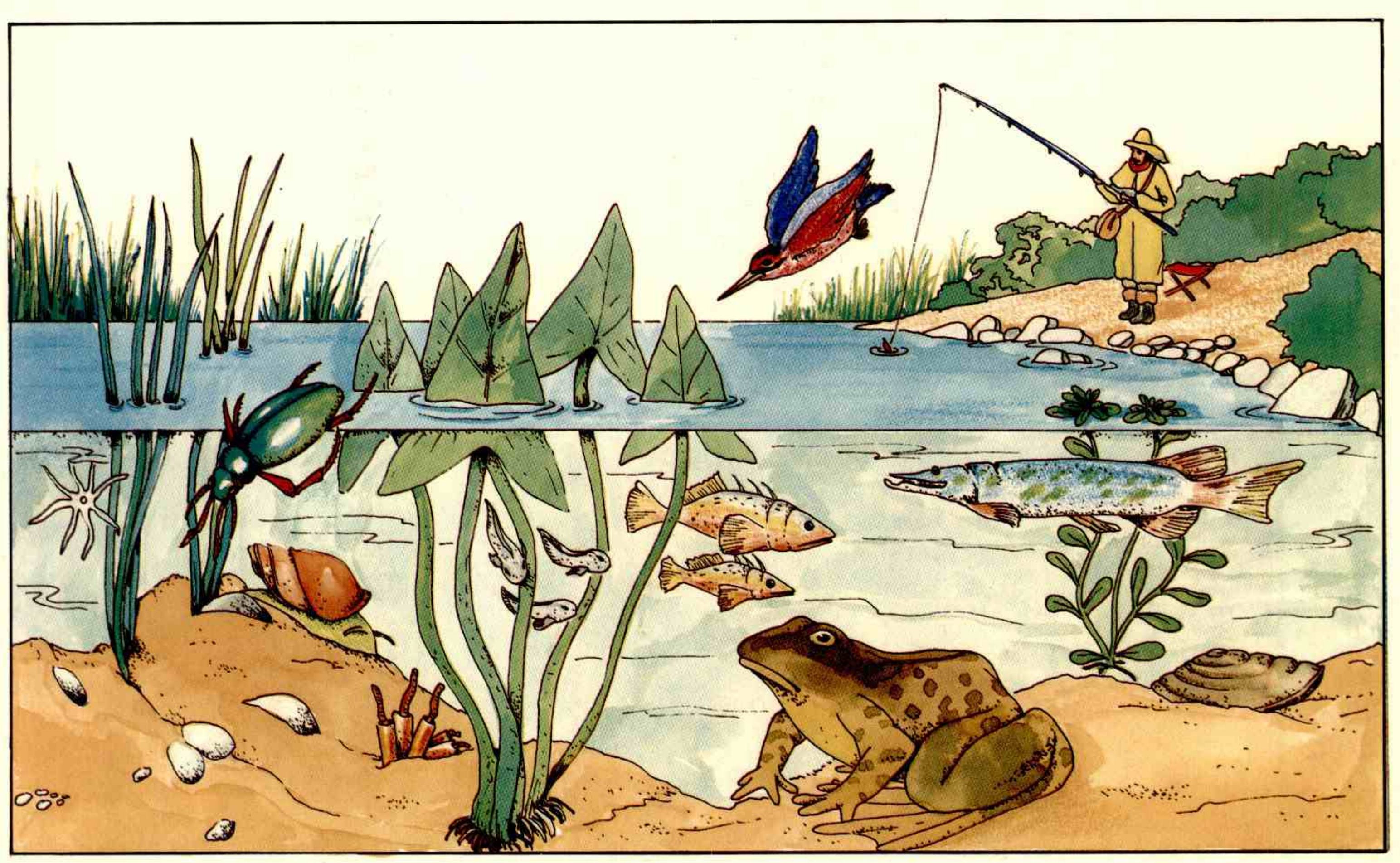
ويحمل فصل الخريف معه الظّروف الحرارية التي تسمح بالامتزاج حيث نكون إزاء **الانقلاب الخريفيّ** : ذلك أن الحرارة السّطحية تنخفض وتبدأ الطّبقات التي أصبحت أكثر برودة في الهبوط وتعويض الطّبقات التّحتية الأكثر حرارة ، وتصعد هذه الأخيرة نحو السّطح حيث تبرد ثم تهبط من جديد .

ويقوم فصل الشتّاء بإيقاف الانقلاب الخريفيّ ويسبّب في تجميد السّطح قبل أوانه : وهكذا يحدث **التّنضيد الشّتويّ** . وتكون الدّورة بذلك قد اكتملت ، ويبقى على فصل الرّبيع أن يفتح دورة جديدة .

السّلاسل الغذائيّة في النّظام البيئيّ البُحيريّ :

من النّاحية الوظيفيّة ، تمثّل البحيرة نظاما موحّدا يشهد إنتاج واستعمال وإتلاف الموادّ العضويّة النّاتجة عن النّشاط الانجاعي للكائنات التي تعيش وسطها . وبعبارة أخرى ، يتعلّق الأمر بنظام تبدأ عنده السّلسلة الغذائية وتنتهي اليه بعض أطرافها النّهائية . ولذلك يجب تقسيم الأجسام المائية حسب النّظام القائم الخاصّ بالسّلسلة الغذائيّة . وهكذا تعتبر النّباتات **عناصر منتجة** ومنها النّباتات المائية الشّائعة ونباتات أخرى غير معروفة **كالعلق الضّوئي والنّبات القعري** وغيرها . وفي أغلب الحالات ، تستمدّ العناصر المنتجة الطّاقة اللاّزمة لانجاعها من المركّبات اللاّعضوية التي تشتمل على الأزوت والفوسفور والكبريت

الرسم أسفله : إن السلسلة الغذائية في النظام البيئي للبحيرة غير طويلة ولكنها تمر من جميع المراحل المميزة لكل سلسلة . فهناك العناصر المنتجة (الطحالب الخضر) والمستهلكة من الدرجة الأولى (الحيوانات النباتية والطفيليات النباتية) والمستهلكة الثانوية (النشالة) والمستهلكة الثلاثية (الطيور والانسان) . وتتكون الحلقة الأخيرة من العناصر المحّللة (البكتريات والفطور والحيوانات المقتاتة بالغرين) .



وغيرها من الموادّ كما تجدها في أنهيدريد الكربون والاشعاعات الشّمسية . وفي هذه الحالة تكون العناصر المنتجة **ذاتية التّغذيّة** ، إلّا أنّ ظروفا خاصّة تجعل الأجسام المنتجة التي تقتات مباشرة بالجزئيات العضوية أكبر عددا ، وتسمى بالأجسام العضوية التّغذية الاختيارية أو القسرية.

وتقوم ظاهرة التّخليق الضّوئي بإطلاق الأوكسيجن الذي يحلّل وينتشر في الماء .

الرسم أسفله : التعاقب ظاهرة نادرة في الأنظمة البيئية ، ولكنها شائعة في الأنظمة البحيريّة . ويتعلق الأمر بملء تدريجي للحوض البحيريّ بواسطة النباتات القعريّة ، بسبب التبخّر وزيادة الملوحة ومساعدة الاملاح المعدنية القعر على الخصب وانتشار النباتات الطحلبية . به ولنتتبع في الرسم مراحل الامتلاء : في البداية تحتوي البحيرة أو المستنقع على كمية معينة من الماء ؛ ثم تبدأ النباتات الجانبية كالقصب وزنبق الماء في الانتشار في الحوض وبعدها تأتي النباتات الأكثر ارتفاعا كالصفصاف والقمام الآسي ، ويصبح الراسب أكثر تماسكا وصلابة إلى أن تصير الضفاف ممتلئة بأشجار التنّوب والصفصاف وتصل المرحلة التي يمتلىء فيها الحوض عن آخره بالراسب .

في الصورة : طحالب تطفو على صفحة بحيرة .

أما الصّنف الثّاني فتمثّله **العناصر المستهلكة** التي تنقسم بدورها على النّحو التّالي :

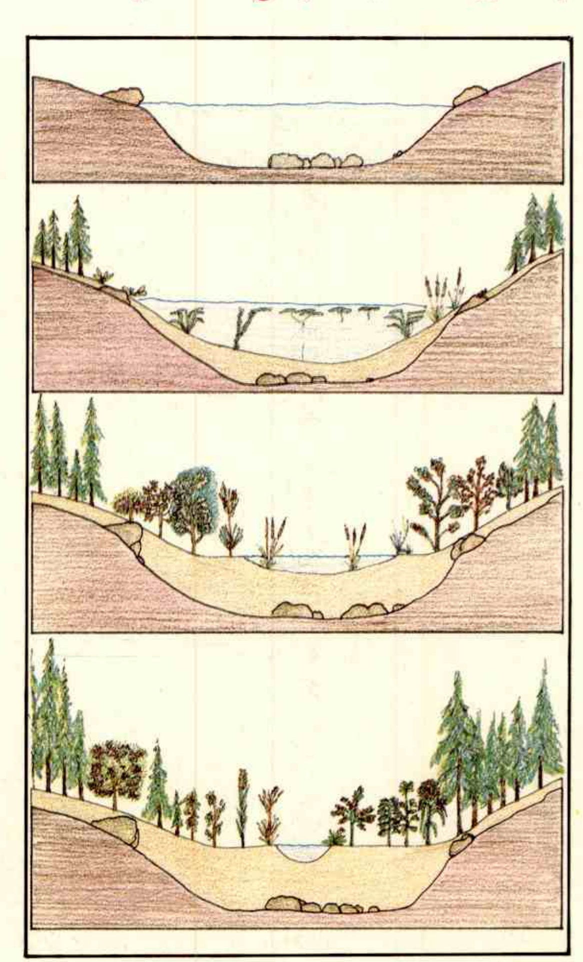
– **العناصر المستهلكة الابتدائيّة** : تمثّلها الحيوانات المقتاتة بالنّبات والطّفيليّات النّباتية .

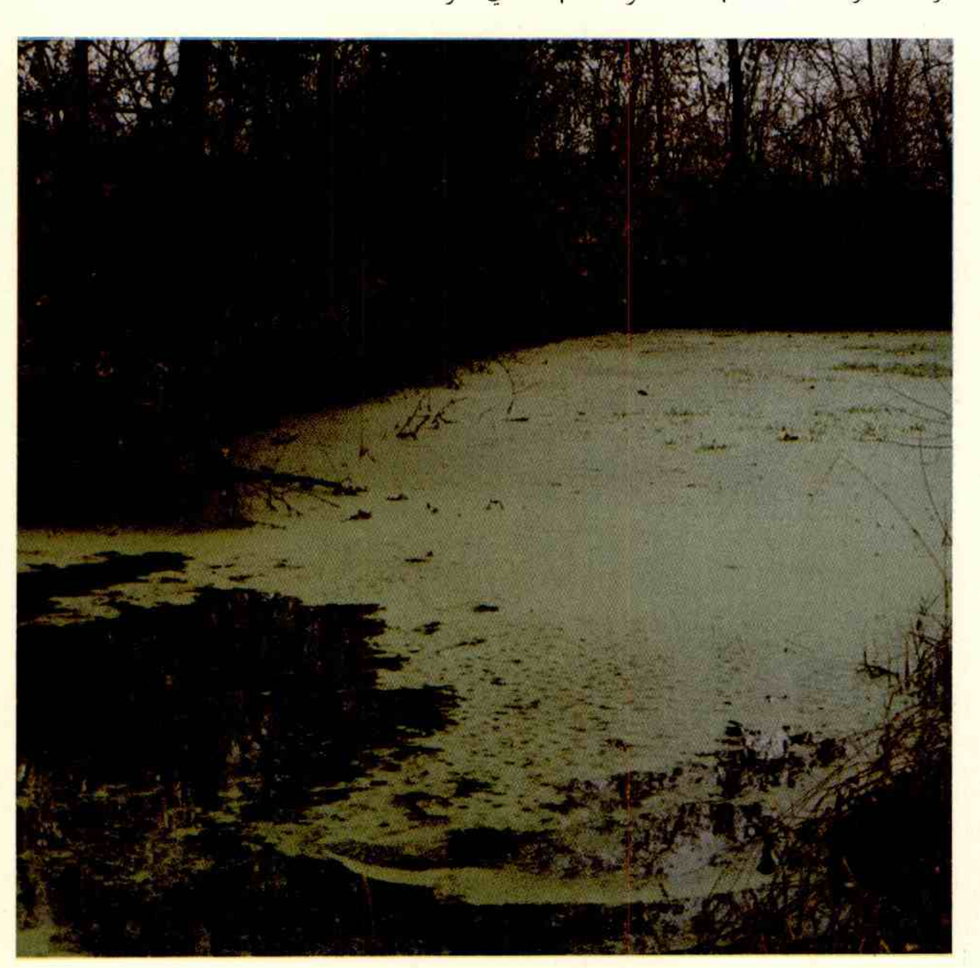
– **العناصر المستهلكة الثّانويّة** : وهي تقتات بالعناصر الابتدائيّة ومنها الحيوانات النّشالة وطفيليات الأجسام الثّانوية .

ولا تقف اللّائحة عند هذا الحدّ على اعتبار أن السّلاسل الغذائيّة تتغيّر وتتنوّع في الغالب حسب البيئة والظّروف . فالأسماك اللّاحمة والطّيور والثدييّات تقع كلّها في آخر مستوى من السّلسلة .

ويشمل الصّنف الثّالث الأجسام **المخربّة** أو **المفسّخة** التي توجد من ضمنها البكتريات والفطور والحيوانات التي تتغذّى بالغرين ، وكل الحيوانات التي تحوّل الموادّ العضوية الصّادرة عن الآليات الانجاعية للأجسام السّابقة ، إلى بنيات كيماوية أكثر بساطة .

ومجمل القول ، فالعناصر المنتجة تستمدّ قوتها من الموادّ اللّاعضوية التي توفرّها البيئة حيث تقوم بتحويلها إلى موادّ عضوية تقتات منها العناصر المستهلكة في مرحلة





لماذا تتوفر البحيرات العميقة على نباتات علقية ؟

ثانية ، وهذه الأخيرة تشكّل غذاء الأسماك النشّالة بدورها تصبح في نهاية السّلسلة الغذائيّة قوتا للطّيور والثدييّات . وفيما بعد ، تعاد الوضعية الأوليّة بواسطة العناصر المحلّلة (المفسّخة) التي تحول من جديد الموادّ العضويّة المركبّة الى موادّ عضوية مبسّطة بإمكان العناصر المنتجة استعمالها .

ومن الواضح أن أهمية «الانتاج» في بحيرة ما تتضاعف باستمرار من النّاحية الكميّة كلّما تمّ الصّعود على طول السّلسلة أي في اتّجاه العناصر المنتجة الحقيقيّة التي لا يقف دورها عند توفير الغذاء للحيوانات النّشالة والطّفيليّة وتمكينها من البقاء ، ولكن يمتدّ كذلك الى العمل على ضمان بقائها الذّاتي . وبعد هذا الوصف النّظري لما يحدث داخل «البحيرة» سوف نرى بمزيد من التّفصيل والتّحليل التغيّرات المترتّبة عن تعاقب الفصول والمرتبطة بظاهرة الامتزاج السّالفة الذّكر .

وقد رأينا سابقا أن للشّمس دورا هامّا في بقاء نظام «البحيرة» وفي بقاء أغلب الأنظمة البيئيّة الأخرى . فالنّباتات الخضر الذّاتية التّغذية في حاجة إلى الشّمس لانجاز التّخليق الضّوئي ، ولذلك فهي لا تستطيع العيش بعيدة عن السّطح وعن الأشعّة الشّمسية . وإذا كانت البحيرة عميقة ، فالنّباتات الخضر تكتفي فقط باتّخاذ شكل علقي أي أنّها تبقى طافية ، أما في البحَيرات القليلة العمق ، يمكن لضوء الشّمس أن ينفذ إلى القعر ويسمح بنموّ النّباتات الذّاتية التّغذية المتوفّرة على جذور .

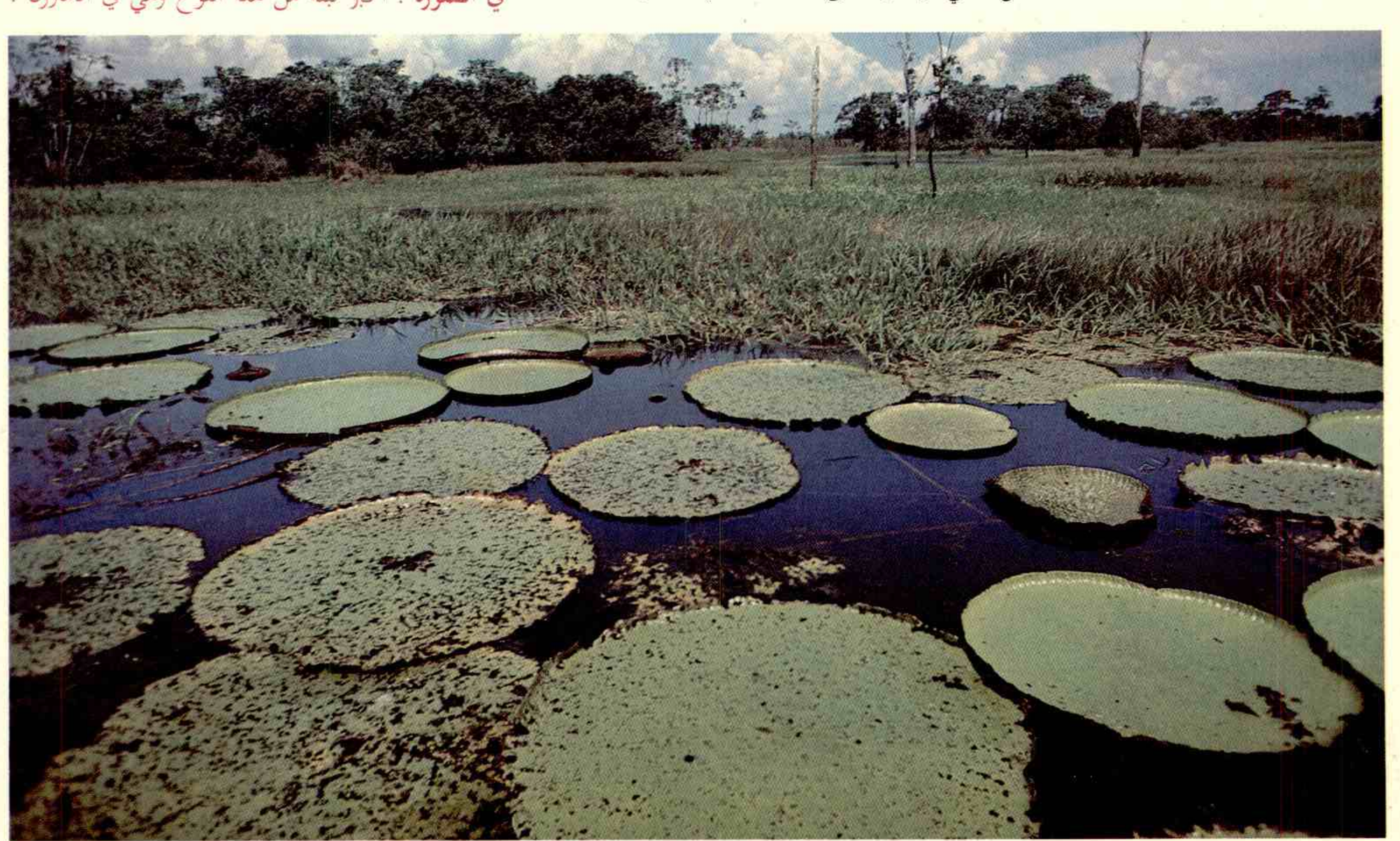
ومن الواضح أن العديد من الأنواع النّباتية ، قادرة على الطّفو ، وخاصّة منها النّباتات الصّغيرة والمجهرية التي تشكّل غذاء العناصر المجهريّة المستهلكة الابتدائية .

والنّباتات العلقية لا تقدر على العوم إطلاقا ، ولذلك فهي مزودة بعدّة عناصر تكيفها الطّفو على سطح الماء . والحيوانات العلقية بدورها قد فقدت معظم إمكانياتها الحركية ولذلك تتنقّل من طبقة إلى أخرى حسب تقلّب مياه البحيرة وخاصة خلال فصليْ الصيف والشتاء حين تكون البحيرة منضّدة الطّبقات المائية ، إذ هناك من الحيوانات العلقية أنواع تقضي اللّيل في القعر والنّهار على السّطح .

إذا كانت البحيرة شديدة العمق ، فإن النباتات تكون فقط علقية أي طافية ، أما في البحيرات القليلة العمق التي يصل الضوء إلى قعرها فتستقبل في الغالب نباتات ذاتية التغذية متوفرة على جذور .

وتكون النباتات العريضة الأوراق أكثر انتشارا فوق صفحة مياه البحيرات والمستنقعات .

في الصورة : أكبر نبتة من هذا النوع وهي في الأمازون .



أما الأسماك التي تتوفّر على قدرة حركية كبيرة ، فهي تتنقّل بحرية ولا تتأثّر بتغير الفصول . وتقضي أغلب الأنواع فصل الشتاء في القعر . كما أن بعض الأنواع الأخرى تستقرّ وقتها تحت القشرة الجليدية حيث تقلّ العناصر العلقية ، ثم تعود من جديد إلى قعر خلال فصل الربيع للاستفادة من الامتزاج الذي يوفّر لها ما تقتات به من النّفايات العضوية الطّافية .

وفي قعر البحيرة حيث يكون الضّوء شبه منعدم ،



1

وأثناء الفصول المتوسّطة حيث يتم الامتزاج ، يظهر «إزهار» الطّحالب العلقية المرتبط مع توفّر الموادّ الغذائيّة الصّادرة عن القعر . ولهذا السبّب تتخّذ البحيرة لونا مخضرّا متميزا .

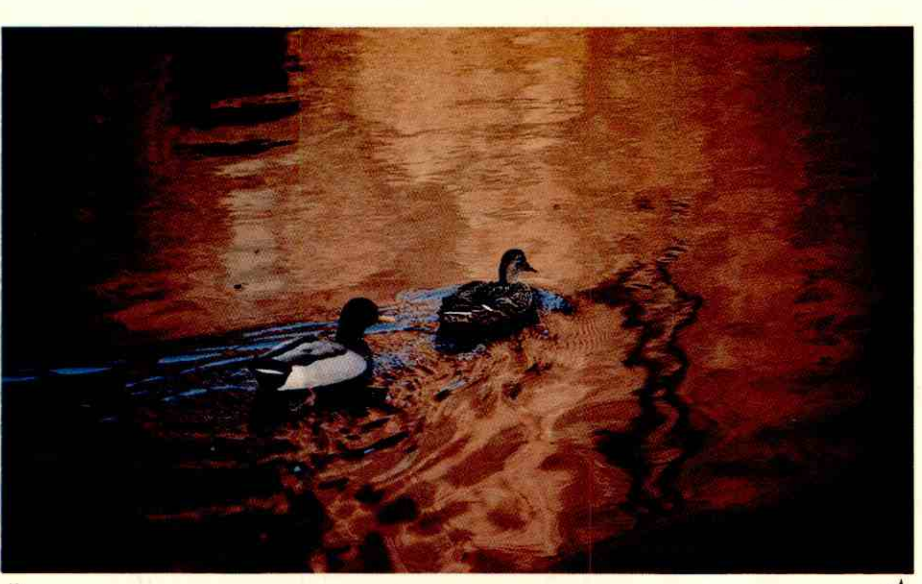
تمثيل لبعض العناصر المميّزة للنظام البيئي في البحيرة والمستنقع :

الصورة 1 : يعسوب في أسرة الرعاشات

الصورة 2 : البط ، وهو من الطيور المميّزة للاحواض المغلقة

الصورة 3 : طحالب تنتشر بالخصوص في الأحواض الصغيرة .

الصورة 4 : نباتات مائية ذات سيقان نصف مغمورة .



2





3

لماذا تميل البحيرات إلى الامتلاء ؟

والأوكسيجين نادراً والحرارة منخفضة ، تسكن العناصر المفسّخة والأسماك المتكيفة مع تلك الظّروف البيئية الخاصّة . ويتكوّن غذاؤها الأساسيّ من النّفايات التي تتساقط من الطّبقات العلويّة .

ويأوي وحل القعر بدوره عددا كبيرا من الأجسام ، كالديدان والقشريات والرّخويات ، وكلّها من آكلات الحتات أو من النّشالات المتبادلة . وتوجد به أيضا بكتريات وعناصر مفسّخة بعض منها تقريبا لا هوائية .

أما البيئة السّاحلية فهي مختلفة عن وسط البحيرة من حيث استقبالها لضوء الشّمس حتى في القعر مما يساعد على نموّ النّباتات ذات المقاييس الكبيرة المتوفّرة على جذور . وهناك أيضا حشرات عديدة ورخويات وضفدعيات وديدان

حفش

حفش

كُمه

زنجور

فرخ

تروتة

جريّ

جريّ

بعض أسماك المياه العذبة :



في الصورة : حيوانات من الأنظمة البحريّة ، ومنها راحية الأقدام والطيور المهاجرة التي تتبع فصل الربيع ثم تعود كل سنة إلى الأماكن التي توجد بها أعشاشها .

وأحناش تمثّل فرائس طبيعيّة للعديد من أصناف الطّيور التي تحتلّ الوسط البيئيّ الواقع بين البحيرة والبرّ ، أي الضّفاف الممتلئة بالمقصبات .

وقبل ختام هذا الفصل المتعلّق بالنّظام البيئي للبحيرة ، نستحضر ما سبق أن تم تحليله في إطار الجزء المخصّص للجيولوجيا ، والذي تطرقنا فيه إلى المياه الحوضية ، إذا رأينا أنّ البحيرة ظاهرة انتقالية وعنصر اضطراب في التكوّن التشكليّ للنهر . ولذلك فهي تتعرض للتعاقب وهو ظاهرة شائعة في علم البيئة تتجلّى مع تراكم الموادّ ونفايات الأجسام المائية . ويؤدّي هذا التراكم عاجلا أو آجلا إلى ملء الحوض وتقليص كميّة الماء به وخاصة قرب مصابّ المجاري المتدخّلة ، إذ يكون الايداع وافرا جدّا ويخلق أساسا رسوبيا ملائما للانفجار النّباتي الذي يحدث عادة بالنّسبة للنّباتات الرائدة القادمة من البرّ . وتساهم مياه الأمطار كذلك في إنجاز هذه السيرورة : ذلك أن المعادن التي تنفذ باستمرار إلى ماء البحيرة تجعل قعرها أكثر خصوبة واستعدادا لتسهيل نموّ نوع معين من الطّحالب التي لا تلبث أن تخنق النّباتات التي تعيش في العمق . وهكذا يسبّب تقدّم النّباتات الرائدة والنمو السريع لطحالب القعر في تحويل البحيرة إلى مستنقع أو بركة ثم بعد ذلك إلى نظام بيئي بريّ حقيقيّ ، لأن البركة أكثر انتقالية من البحيرة . وعلى إثر ذلك ، يمكن للتوازن التشكلي للنهر أن يبدأ من جديد حسب المراحل والأساليب التي سبق أن عرفناها .

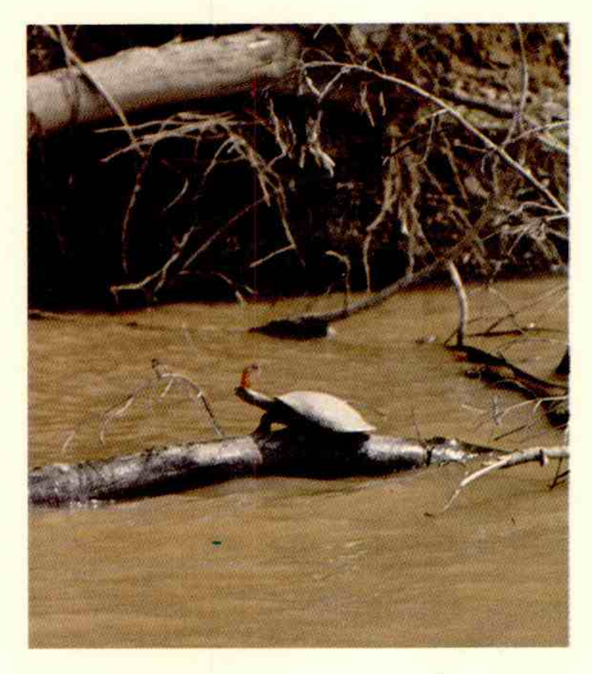
الحمر تتمكّن من استعمار حتى المناطق القليلة الضّوء ذاتها .

المياه الجاريـة :

إن سرعة المياه الجارية تخلق ظروف حياة تختلف تمام الاختلاف عن الظّروف التي رأيناها بالنّسبة للنّظام البيئيّ للبحيرة . وعلاوة على ذلك ، تتميّز الحرارة في الأنهار بتماثلها ، مما يجعل الكائنات الحيّة تنتشر بها وتمتدّ بشكل متكافىء من المنبع إلى غاية المصبّ عِوض الاكتفاء بالاستقرار في القعر ، وهذا لا ينطبق على الأنهار الكثيرة العمق أو الأنهار الوحلية . ويجب التّذكير بأن النّهر يمارس ثلاث عمليات أساسية وهي الحتّ والنّقل والايداع ، حيث يسود الحتّ في المرحلة السّيلية والنّقل في المجرى المتوسّط والايداع في المرحلة الدّلتاوية . وتزداد المياه بطئا كلّما تقدّمت الكائنات الموجودة بها ، إذ تتميّز بعضها عن بعض من حيث شكلها . ففي المنطقة البدائية توجد نباتات تقتلع يوميا من القعر وشُقوق الصّخور لكي تعوّض فورابنباتات أخرى لكونها ذات قدرة تكاثرية هائلة . أما القعر والصّخور فيغطيها الحزاز والطّحالب التي تستعملها أنواع أخرى من الحيوانات الصّغيرة والنّباتات كأساس يثبتها في الماء رغم رهافته . وتعتبر الصّخور والحفر مخبئا مثاليا تلجأ إليه العديد من الحيوانات وخاصّة منها الحشرات التي تقضي مرحلتها اليرقانية هناك.أما في المنطقة الثّانية حيث يسود النّقل ويبدأ الايداع ، يمكن لمجرى النّهر أن يمتلىء بالحتات والرّواسب التي لم يفلح الماء البطيء السّرعة من اقتلاعها . وهناك تتمكّن أنواع كثيرة من الأسماك من النموّ والتّعشيش لكن يبقى عليها أن تصعد التيّار ثانية للحصول على قوتها . وتشترك جميع الأجسام النّهرية في خاصيّة صعود التيّار كما تختصّ عناصر التّثبيت في الانغراز في وحل القعر .

لكن رغم تلك الصّعوبة ، فالأجسام المنساقة مع التيّار كثيرة جدّا ، وفي نفس الوقت لابدّ من أن تتكاثر الأنواع النّهرية حسب إيقاع مرتفع لتعويض الخسائر الكثيرة وخاصّة في المنطقة البدائية .

وبعد أن يصل النّهر إلى الوادي ، يصبح أكثر بطئا ، ويصعد الايداع إلى السّطح ثم ترتفع الحرارة . وفي هذه المنطقة تكون الوحدَة الحتاتية شبيهة بالوحدة الحتاتية البحيريّة لأنها تشتمل على أجسام طافية وأسماك متكيّفة مع المناطق الغنيّة بالنّباتات . وتوجد هناك أيضا رخويات وديدان تعيش في وحل المجرى إضافة إلى كميات كبيرة من العناصر المفسّخة . وفي اتّجاه البحر ، يشهد الوسط آخر تغيّراته والتي سنتعرّض بالتّفصيل في الفقرات اللاّحقة .





الصورة 1 : سلحفاة على جذع .

الصورة 2 : شلالات هائلة .

هاتان الصورتان توضحان مايجري في الأنظمة المائية حيث تصنف الحياة إلى ثلاثة أنواع حسب مجرى النهر . ومن البديهي أن الأشكال الحياتية الموجودة في الشلالات قد تتوفّر على قدرة انجابية كفيلة بتعويض الخسائر اليومية التي يُسببها عنف المياه المتدفقة .

كم عدد الأنظمة البيئيّة البحريّة ؟

الأنظمة البيئيّة البحريّة :

من الخصوصيات الأساسية التي تميّز الأنظمة البيئية البحرية عن الأنظمة البيئية البريّة نموّها وتطوّرها وسط الماء الذي يضمن وجود أجسام معلّقة مثل العلق ويسهّل الظّواهر البيولوجية للأجسام ويقلّل من الوضعية المتبادلة في الفضاء . وبالنّسبة للأنظمة البيئية للمياه العذبة ، تتّسم الأنظمة البيئيّة البحرية بتشاكل أكبر وتركيز أحسن للوسط المائي بالاضافة إلى إتاحتها توزيعا أوسع حيث يمكن ملاحظة نوع من الاستمرارية بين محيط وآخر .

وعلاوة على ذلك ، توجد بالبحر حالات دورات حيوية تنقل العناصر الغذائية من قعر المحيط إلى غاية المناطق المضيئة بأشعّة الشمس حيث يتم استهلاكها باعتبارها وسيلة للبقاء . وهناك ظاهرة أخرى ذات أهميّة بالغة ، تتمثّل في سهولة الاخصاب الخارجيّ داخل البحر حيث تنشأ كمّيات هائلة من اليرقانات تساعد على انتشار واسع للأنواع . وفيما يلي دراسة مفصّلة لأهمّ الأنظمة البيئية البحريّة .

الأنظمة البيئيّة المحيطيّة (البلاجيّة) :

سبق أن تعرّضنا إلى ما تحتويه المياه البحرية من كميّات هائلة من الأجسام المعلّقة . ويتأتى التّعليق بفضل كتل الماء المتحرّك الغير القار بطبعه، وهو يتعرّض لبعض التغيّرات البيولوجيّة الهامة كالمقاييس الصّغيرة وارتفاع مقادير المياه بالأجسام وخاصة منها ذات البنية العظميّة المتواضعة رغم توفر بعض أنواع على قوقعات وأذرع قويّة ، ثم توفّر

إن الأنظمة البيئية البحرية شاسعة جدّاً ، ولكن رغم اختلاف الارتفاع وحرارة المياه ، يمكن تصنيفها إلى أربع مجموعات أساسية : الأنظمة المحيطية (البحر المفتوح) والأنظمة القاعيّة الساحلية (القيعان القليلة العمق قرب الشواطىء) وأنظمة حاجز المرجان ثم أنظمة المياه العميقة . ويمثل النظام البيئي للمدّ والجزر (أو الجزريّ) حالة خاصّة بين الأوساط الجوّية والأوساط البحريّة .

في الصورة : إطار متكامل : الشاطىء بخط الجزر والسواحل المرتفعة الساقطة على البحر المفتوح .



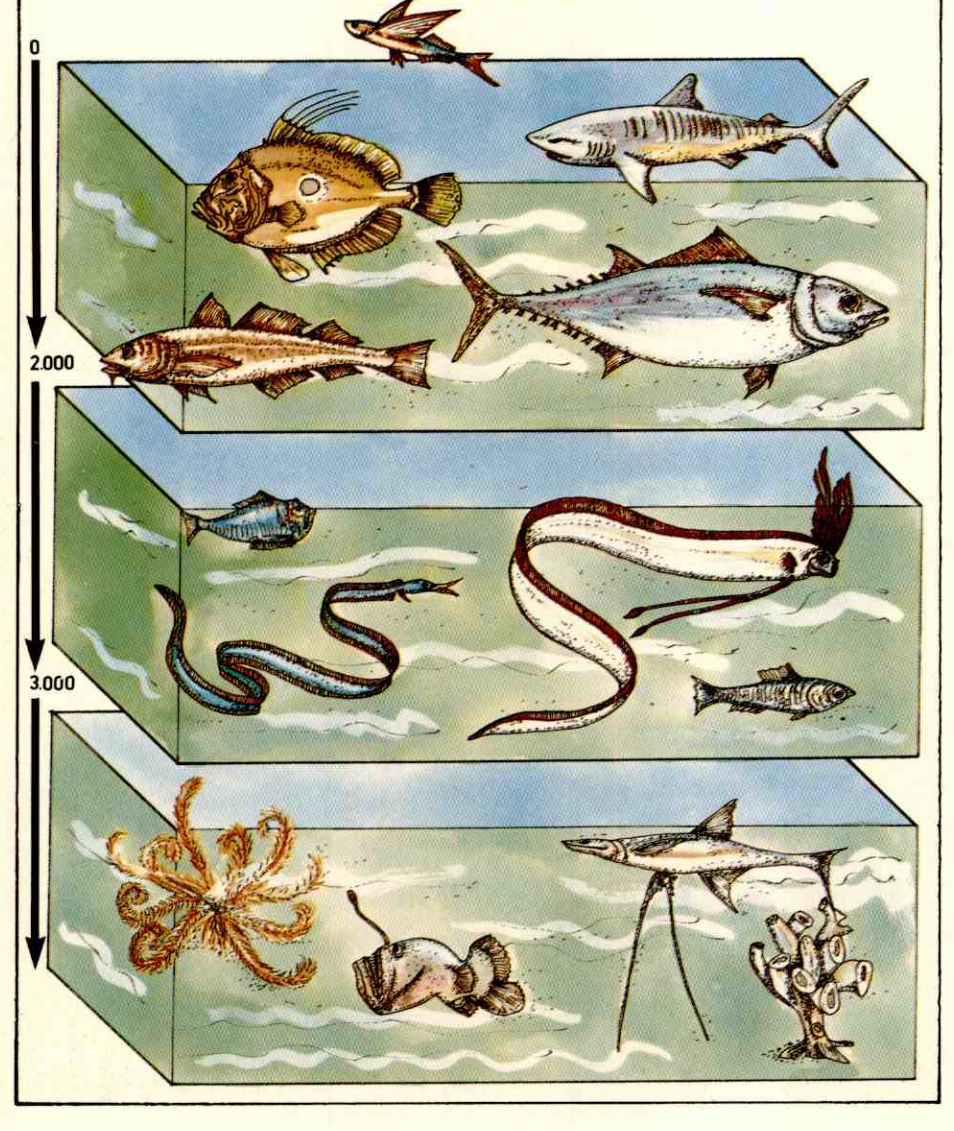
الزّوائد الطويلة التي تلعب دَور مظلّات طيران وتجويفات تضم موادّ غازية وزيتية ، ثم الميل إلى الشفّافية . وتتيح كلّ هذه العناصر للأجسام المتواجدة في الماء أن تتكيّف بشكل ملائم مع حياة الانسياق مع التّيار والطّوفان .

وبغضّ النظر عن عدم استقرار المياه المميّز للأنظمة البيئيّة البلاجيّة ، فإن أهمّ خاصيّة تنفرد بها في الحقيقة هي استغلالها السلبيّ والآليّ للعلق وذلك بكيفية متواصلة . وتقوم حركة المياه بتسريع انتشار العناصر الغذائية المتوفّرة بصفة مباشرة وبحرية لفائدة الأجسام الأخرى التي تقتات بها . وهكذا يلعب الماء دور أثلة وسيطة بين الأجسام ، كما يساعد على عدم استقرار العلق بتغييره المستمرّ لعلاقات الجوار بين مختلف الأفراد ، وذلك على عكس ما يحدث في الأنظمة البيئيّة البريّة والقعرية حيث تكون حياة كلّ فرد مرهونة بشكل حتمي بوجود الأجسام الأخرى . ويؤدّي ذلك إلى تغيّرات مهمّة على مستوى التّفاعلات الموجودة بين الأنواع وعلى مستوى تطوّرها . وعند تحليل التّعمير العلقي يبدو وكأنه مكوّن من العديد من الأنواع كما لو أنّ الصّراع كان جدّ متقلّص بينها . والحقيقة أن التنافس قائم ولكنّه غير مباشر وقابل للقياس كما هو الشّأن بالنّسبة للصراع المحتدم بين الأنواع البريّة . وقد قارن بعض العلماء هذا الصّراع بالتّنافس الذي يجمع بين لاعبي ورق «البريدج» الذين بإمكانهم أن يلعبوا في نفس الوقت في عدّة موائد ، وحين يخسرون إحداها لا يتم اقصاؤهم من اللّعب بأكمله . وهكذا تكون الوضعية متقلّبة ويصعب تأويلها ، لكنّها توضّح بكيفية جليّة مفهوم التغيّرية التي تسود في العلاقات بين الأنواع القريبة بعضها من بعض .

ومن خصوصيات النّظام البيئيّ المحيطيّ كذلك الاستغلال المستمرّ الذي يخضع له . ولكي نفهم جيّدا هذا النّوع من الاستغلال ، نستحضر ما رأيناه بشأن ضوء الشّمس الذي يتيح ظاهرة التّخليق الضّوئي إلى غاية عمق يصل خمسين مترا ، وهو العمق الذي لا يتوصّل إلّا بنسبة واحد بالمئة من الاشعاعات الفعّالة على مستوى سطح الماء ، بالمقارنة مع حالات يتمكّن فيها الضّوء من النّفاذ إلى عمق مائتي متر . ومهما كان الأمر ، فالطّبقة التي تتاح فيها المبادلات الضّرورية للحياة البحرية ، تبقى محدودة لا تتجاوز إمكانيتها واحدا بالمئة ، أما الجزء المتبقّى فلا يشكّل سوى نظام مستقل لأنه يستعمل الطّاقة التي تثبت في هذه الطبقة السطحية الرهيفة . ويتجلّى نقل الطّاقة في عدّة أشكال : فالأجسام العلقية تتحوّل سلبيا إلى رواسب كما هو الشّأن بالنّسبة للطّحالب التي تتمكن من العيش إلى غاية عمق ألف متر ، كما أن حيوانات وأعماق المحيطات تستطيع أن تقفز بطريقة إيقاعية أثناء اللّيل في اتّجاه الطّبقات السّطحيّة بحثا عن قوتها ، بينما تخلّف برازها في الطّبقات السفليّة. وعلى هذا النحو يقوم التّبادل بين الموادّ العضويّة بموجبه من المنطقة المضاءةإلى الأعماق ، كما أنّ الجثث والنّفايات المتنوعة تترسّب ببطء مما يجعل المادّة العضوية التي تنطلق خلال التفسّخ مائلة إلى السيّلان . ويتميّز القعر السّاحلي بدوره بإنتاجية ضعيفة كما يستغلّ



ماهي المستويات التي توجد فيها طحالب البحر ؟



في الرسم : النّباتات البحريّة المصنفة إلى نباتات قاعيّة ونباتات علقية ؛ وهي غنية بالانواع والأفراد وتنتشر في الأشرطة الثلاثة المثبّتة في القعر . ففي الشريط الأوّل تعيش الأسماك الكبيرة الحجم والأسماك المكوّنة للأسراب .

وفي المنطقة المحيطية الثانية (من 2000 إلى 3000 متر) تعيش اسماك وقشريات ورأسيات أرجل مكيّفة مع حرارة تتراوح مابين 10 و 4 درجات مئوية ومع الضغط المائي القويّ . وفوق 3000 متر يسود ظلام شامل وضغط مائي شديد ، إذ لا توجد هناك نباتات خضر وتندر الأغذية . وتكون الأسماك اللجّية كلها تقريبا لاحمة .

ممّاذا يتكوّن العلــق ؟

العلق على طريقتين : إحداهما سلبية ، تتمثّل في اندماج الأشكال العلقية في الرّاسب القعري والأخرى إيجابية وفعّالة حيث تعيش بعض اليرقانات القعرية على النّمط العلقي مدّة من الزمن تتغذّى خلالها بالعلق الدقيق . ورغم ما للطّحالب السّاحلية من أحجام كبيرة ، فهي ذات إنتاجية ضعيفة . إلّا أنّها تتوفّر على كميّات هائلة من اليخضور (الكلوروفيل) وتستطيع أن تتكاثر بسرعة كبيرة .

وقبل مواصلة هذه الدّراسة حول الخصائص البلاجية لا بدّ من إعطاء تعريف لما يسمّى **بالعلق** الحيواني (أو البلانكتون الحيواني) **والعلق** النّباتي (أو البلانكتون النباتي) .

فالعلق الحيوانيّ يتكوّن من عناصر علقية حيوانية بينما الثّاني يتشكّل من عناصر نباتية . ويكون العلق النّباتي على شكل مرجة شاسعة مسحوقة ، تتيح امتصاص الأغذية نظرا لكبرها واتساعها . ويكون تمركز خلايا العلق النّباتي بالغ الكثافة : ففي البحر الأبيض المتوسط وهو من أفقر البحار يكون معدل مساحة الخلايا التي يتضمّنها عمود ماء قطعة متر مربع ، هو أربع أمتار مربعة . وفي بحار أخرى أغنى من البحر الأبيض المتوسط يكون التّمركز أكثر من ذلك عشر مرات .



ورغم ارتفاع إنتاجية الطّحالب العلقية النّباتية والكميّة الهائلة من الطّاقة الي تنتجها فإن التوازن البلاجي يبقى مستقرا بفعل إبادة الطّاقة بواسطة الترسب والأجسام التي تقتات بالطّحالب . وتحت تأثير التّنضيد الذي يميز الوسط البلاجي ، والذي يقيم توازنا بين الانتاجية الصّافية للعلق النّباتي وبين كمية الموادّ العضوية التي تتساقط في اللّجح ، يتم الانسجام الكامل بين فائض الانتاج والترسّب . وفي المياه الهادئة تكون الطحالب والعلق النّباتي المحرومة من الحركة مائلة إلى الانقراض النّهائي حيث تتحول إلى رواسب . إلّا أنّ حركة المياه تجعل جزءا من الطّحالب يتوجّه نحو الأسفل بسرعة تفوق المعدل ، بينما تَبقى الأجزاء الأخرى عند مستوى قارّ بفضل تكاثر الطّحالب السّطحية .

وحاصل القول فإن الوسط البلاجي يخضع لتأثير التّنضيد وخاصّة فيما يتعلّق بالعلق النّباتي ، ذلك أن مختلف الطّبقات تستقبل خلايا العلق النّباتي الآتية من الطّبقات العليا ثم تنقلها للطّبقات السّفلية . وفي الطّبقات السفلية تصبح الخلايا كثيرة العدد فتترسّب بينما تتنادر في الطّبقات العلوية لأن آخر طبقة تتخلّى عن الخلايا دُون أن تعوضها بغيرها ، وهي إلى ذلك معرّضة لضوء الشّمس . وفي الجزء الخارجي يظهر تمركز قوي للبكتريات وللعلق الحيواني بصفة عامة ، وهو أزرق فاقع تظهر وسطه مجدافيات الأرجل البارزة من خلال أعدادها وتردّدها .

أما **المشطورات** فهي أجسام سلبية تغوص في الماء بسرعة متر إلى خمسة أمتار في اليوم . وتكون السّرعة مرهونة بإنتاجية الطّحالب . ففي البداية ، حين يكون تكاثر الطّحالب مكثّفا ، تغوص المشطورات ببطء أما في نهاية دورة التكاثر فإن نزولها يتمّ بسرعة .

هناك نوعان من العلق : العلق النباتي المكوّن من الأجسام النباتية والعلق الحيواني المكوّن من الأجسام الحيوانية .

الصورة 1 تعطينا مثالًا للأجسام الحيوانية الطافية .

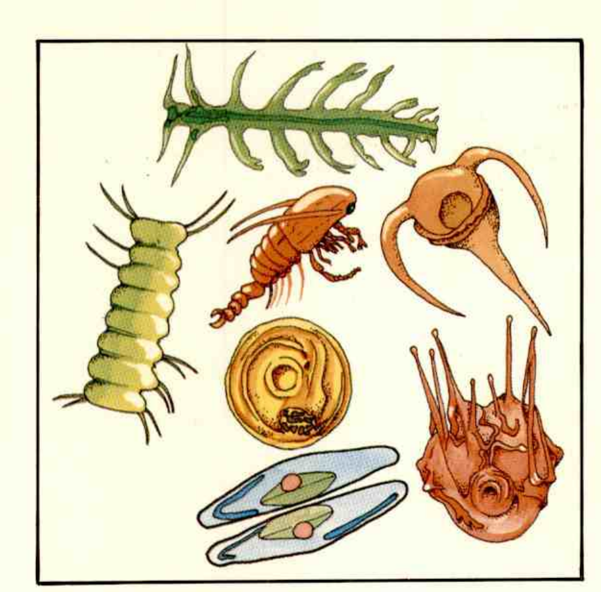
الصورة 2 تبين أجساما ملتصقة بالقعر ، ولذلك تسمى بالقاعية . وتظهر الطحالب وكأنها بساط أخضر .

لماذا ترتبط الحوتيات بالعلق ؟

علق البحر ودوراته :

إلى حدّ الآن اعتبرنا أن علق البحر بمكونتيه الحيوانية والنّباتية ، من وجهة نظر الدّور الذي يلعبه في النّظام البيئيّ البلاجيّ ، وفيما يلي سوف نقوم بوصف شامل للخصائص المميّزة للعلق في حدّ ذاته .

فهناك أنواع متعدّدة من العلق وكلّ نوع يتوفّر على دورة خاصّة به . إلّا أنّه من الصّعب معاينة وتحليل العناصر العلقية نظرا لصعوبة الحصول عليها كلّها بواسطة الشباك ذات أدقّ الزّرود التي لا تقبض سوى على العناصر الغليظة منها في حين تنسلّ العناصر الرهيفة من خلال الزّرود مع الحتات والموادّ الميّتة الموجودة وسط الماء . وهكذا لا تحتفظ الشّباك سوى بنسبة خمسة بالمئة من الأجسام العلقية ، وهي في الغالب ضخمة تتمثّل في المشطورات والسّوطيات الدّائرية الصّغيرة . ويتشكل أكبر جزء من العلق النّباتي ، من عناصر صخرية مكوّرة وصغيرة وبعض السّوطيات التي تمثل العلق القزم . وتكمن أهمية هذا النّوع من العلق في ما تغطّيه عناصره المكوّنة من مساحة شاسعة وفي كونها تتدخّل بنسبة 95 إلى 99 بالمئة في الانتاجية البدائية أي

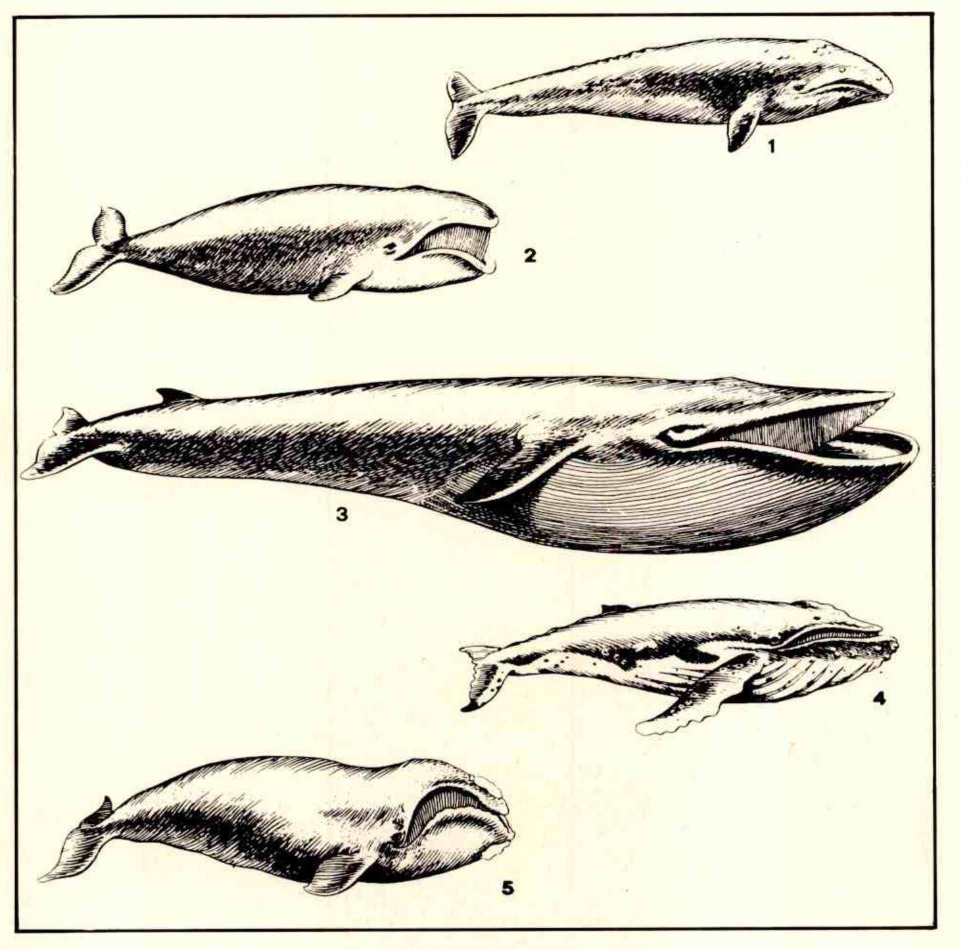


الرسم 1 : العلق الحيواني .

في الصورة : العلق في وسطه الطبيعي . ونلاحظ ألوانه المتميّزة .

الرسم 2 : الحوتيّات الصوفية تتغذّى بالعلق حيث تترك الماء ينفذ إلى فمها فتصفيه بواسطة غباغبها لعزل العلق 1 – حوت رمادي ، 2 حوت غرينلاند ، 3 هركول أزرق ؛ 4 كبع ؛ 5 حوت الرأس الشمالي .





كيف يتنقّل العلق ؟

الانتاجية الواقعة على مستوى التّخليق الضوئيّ .

وأغلب المشطورات جامدة ويكون انتشارها مرهونا باضطراب المياه . أما السّوطيات الدّائرية ، فهي مزوّدة بأعضاء حركيّة وتتكاثر في المياه المنضّدة . ويرجع ذلك إلى اضطراب المياه الذي يقضي على فعّالية أعضاء الحركة بينما السّوط مهما كان صغيرا فهو يمنع الترسّب إذا كان الماء هادئا ومنضّدا . وهكذا يتم التّعاقب مابين المشطورات والسّوطيات الدّائرية ، إذ تكون المجموعة الأولى طاغية في المناطق الأكثر خصوبة في حين تسيطر المجموعة الثانية في المناطق الفقيرة كوسط المحيطات .

وفيما يخصّ العلق الحيواني فلابّد من الاشارة إلى الصّعوبة التي يطرحها إفلات العناصر الضّخمة من الشّباك المعدّة لالتقاطها ، بحيث لا تتوفّر المعلومات الكافية حول خصائص بعض نماذجها الّا من خلال بعض البقايا الطّافية على الماء أو التي عثر عليها في معدة بعض كبار المصفيات ، كما هو الشأن بالنّسبة لرأسيات الأرجل العملاقة التي توجد أحيانا في معدة العنبر ، غير أنّ أهم جزء من العلق الحيوانيّ يبقى ملتصقا بزرود الشّبكة ، مما جعل العلماء يؤكّدون أن أهم العناصر هي مجدافيات الأرجل والهدبيات . ويرتبط عددها وإنتاجيتها ارتباطا وثيقا بكمية العلق النّباتي المتوفّر في الماء . وهكذا ففي المناطق الخصبة الغنيّة بالمشطورات تكثر كبار المصفّيات مثل مجدافيّات الأرجل والمغلّفات . وبالمقابل ففي المناطق الفقيرة ذات الأجسام الضّخمة ، فإن من المستحسن اصطيادها بعضها تلو الأخرى مما يتيح بداية سيرورة خاصّة بالسّلاسل الغذائية التي تلتهم فيها الأجسام المتضخّمة وغيرها من الأجسام . وهكذا وصعودا مع السّلسلة نصل إلى مستوى الأسماك اللاّحمة والنشّالة . ومن هذا المنطلق يكتسي

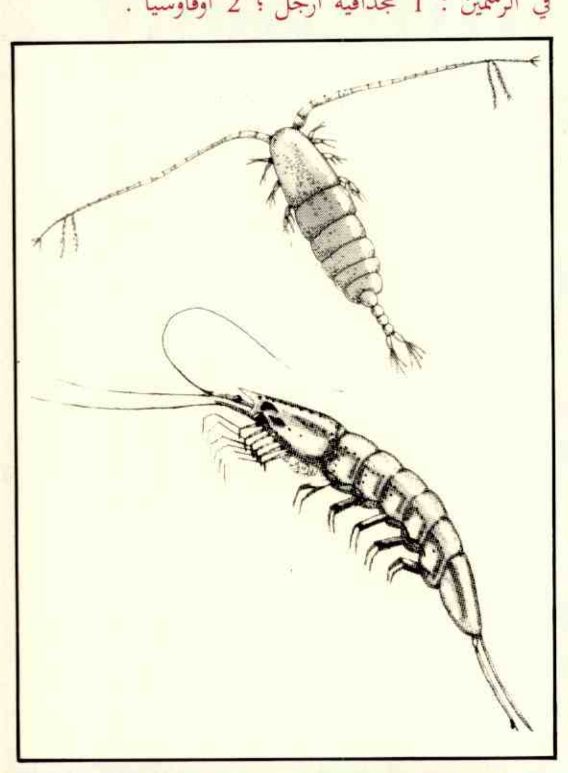
التحـلّل :

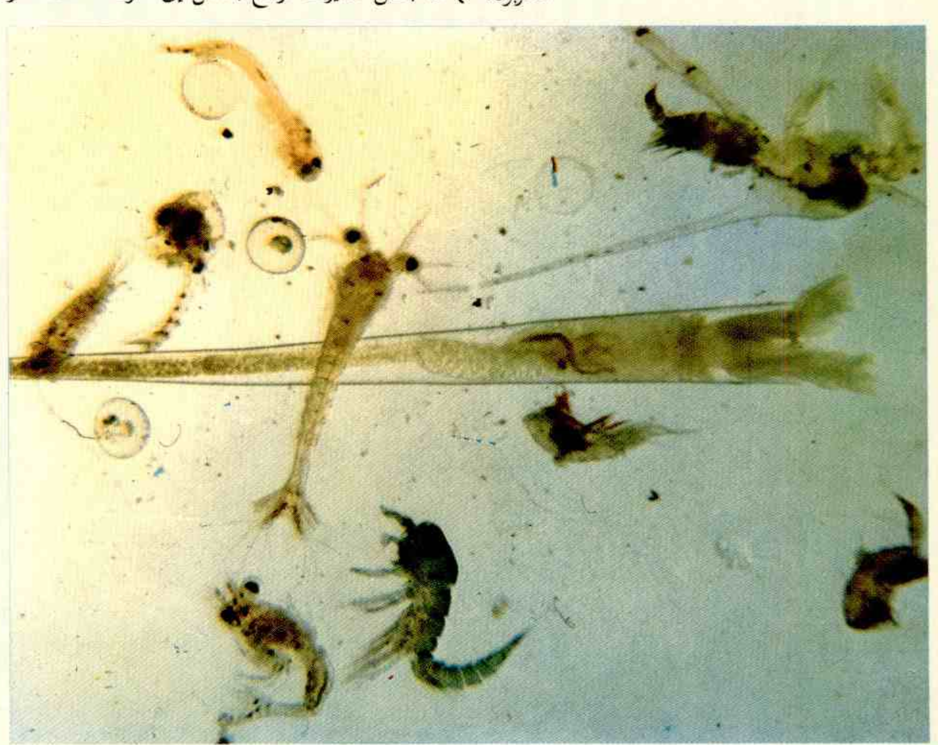
سبق أن أشرنا إلى الأهميّة التي تكتسيها الأجسام العضوية المعلقة في الماء ، بالنّسبة للمبادلات الغذائية . وسنحاول الآن إعطاء فكرة عن تكوين المادّة العضوية النّاتجة عن التحلّل أو التفسّخ . والتي تتكون من جثث وحتات وانسلاخات . فإذا اعتبرنا مثلا أن مجدافية الأرجل تنسلخ مرّة كلّ يومين أو خمسة أيام وأنّ كلّ انسلاخ يمثّل بنسبة مادّة منترجة (محتوية على الأزوت) فالانسلاخات تلعب دورا غاية في الأهمية .

وتلعب البكتريات البحرية التي تنمو وتتطوّر على مستوى الجزيئات، دورا هاما في التحلل بإغنائها بمادة الأزوت وإفقارها من الكربون، كما أن بعض التّغيرات ترجع بالفعل إلى كون الحتات قادر على الانتقال بكيفية أو بأخرى إلى الأجهزة الهضمية للحيوانات التي تقذف به بعد ذلك صحبة المادّة العضوية . ويتخلّص العلق النّباتي بدوره عن طريق البراز من كميّة كبيرة من الموادّ العضويّة . وينتج عن كلّ هذه العوامل ، وجود كمية مهمّة من المادّة العضوية وللبكتريات دور أساسي في جعلها في متناول بعض الحيوانات .

العلق ليس مكوّنا فقط من الأجسام الطافية طوال حياتها : فالصورة تبين لنا مثلا يرقانات بعض القشريات التي تعيش معلقة خلال مرحلتها البرقانية فقط .

في الرسمين : 1 مجدافية أرجل ؛ 2 أوفاوسيا .





التّعاقب بين المشطورات والسّوطيات الدّائرية ، أهمية قصوى لأن خصوبة المياه يجب أن تكون فصلية ، مما يفترض أن الأجسام التي تقتات بالمشطورات ذات عمر قصير أو قدرة على التنقّلات الجماعية أي على الهجرة بحثا عن غذائها حين يأتي فصل غيابه . ومن بين الأنواع التي تخضع لظاهرة المهاجرة نذكر السّردين والصبر والأوفوسياس . وتتصرّف الحيتان (البلين) ذات الأمشاط بنفس الكيفية لأنها بدورها من كبار المصفيات ، فبفضل حركيتها ، تستطيع أن تتجه نحو البحار الغنيّة بصغار القشريات والرّخويات العلقية التي تشكل غذائها المفضل .

أما في البحار الفقيرة التي تسود فيها السّوطيات الحلقية فتعمّ مردودية تسهل امتداد السّلاسل الغذائية التي تنتهي إلى التنّ والكالامار العملاق والعنبر . والجدير بالذّكر أن ظاهرة المهاجرة شائعة جدّا . الّا أنّ الهجرة المتعارف عليها والتي تتمّ من بحر إلى بحر أقلّ أهمية من الهجرة العمودية المتمثّلة في الانتقال بين طبقات المياه البحرية . وبما أنّ العلق يوجد على جميع المستويات على أشكال جدّ متنوعّة ، فهو يمكن الحيوانات الدّونية من الغذاء سواء كانت في السطح أو في الأعماق لأنّها تتبع حركة إيقاعية تتيح لها استكشاف جميع المناطق الغنية بالعلق النّباتي . ومن إيجابيات هذا النّوع من المهاجرة تقليص إنجاع الحيوانات وبالتّالي جعلها تكتفي بأقلّ كمية من الغذاء . وفي هذا المجال يتدخّل عامل آخر يتمثّل في كون هذه الحيوانات تقضي جزءا مهما من حياتها في المناطق ذات الحرارة المنخفضة .

ولابدّ من التّذكير بأن الأنواع الحيوانية لا تهاجر من النقطة الأكثر عمقا نحو الطّبقة الخارجية ، ولكن هجرتها تتم في حدود معيّنة لا تقلب ولا تغير التّنظيم العموديّ .

استغلال الانســان :

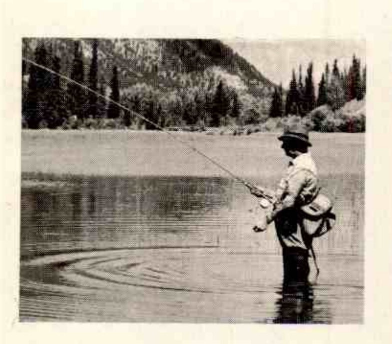
قبل الانتقال إلى الأنظمة البيئيّة الأخرى يجدر بنا أن نتوقّف قليلا عند انتاجية الأنظمة البيئيّة البلاجيّة أو المحيطية واستغلال الانسان لها .

وقد سبق أن تحدثنا عن التّبادل الذي يتم بين المشطورات والسّوطيات الدّائرية . فالمشطورات تعيش في المياه المضطربة والغنيّة بينما السّوطيات الدّائرية تعيش في المياه المستقرّة الهادئة والفقيرة والواقعة عادة وسط المحيطات . كما أشرنا إلى إنقسام المياه إلى مناطق سطحيّة ومناطق عميقة . فالمناطق السّطحية هي الأكثر خصوبة وغنى باشتمالها على كميّة كبيرة من العناصر الغذائية ، بينما المناطق الأكثر عمقا فقيرة لأن المادّة العضوية تميل إلى الانسياب . كما أنّ الكتل المحيطية تنقسم بدورها إلى جزئين كبيرين يتناسبان ونصفي الكرة الشّمالي والجنوبي . وكلّ من هذين الجزئين محاط بدردور هائل تقع مناطقه ذات التيار القوي في الجانب الغربي للمحيط ، وفي الجانب الآخر المناسب للسّواحل الشّرقية للقارة توجد مناطق سطحيّة شاسعة وكميات هائلة من الأسماك . ومن المعلوم أنّ المياه الغنيّة بالأسماك في المحيط الأطلسي تقع على سواحل كل من الصحراء وإفريقيا الجنوبية ، بينما في المحيط الهادي تتكوّن أغنى المناطق بالثّروات السّمكية في عرض كاليفورنيا والبيرو . وتوجد أيضا مناطق أخرى غاية في الغنى من حيث الثّروات البحرية ، وذلك عند أرصفة الأرض الجديدة بكندا وفي عرض اليابان وعند خطّ الاستواء حيث يؤدّي الدّوران البحري إلى تكوّن مناطق سطحيّة كثيرة جدّا وغاية في الخصوبة . وهناك أيضا منطقة إنتاجية أخرى تقع بين شريطي التقاء بين خط الاستواء والقطب الجنوبّي ومياهها جدّ مضطربة . وذلك هو مجال المشطورات التي تستهلكها حيوانات كبرى مثل الحيتان (بلين) .

وكما أشرنا إلى ذلك سابقا ، فإن هذه الأنظمة الانتاجية تتميّز بسرعة السّلسلة الغذائية . حيث أن أسراب الأسماك تعود إلى التركيب والتجمّع من جديد بعد إبادتها الموسمية ، وإعادة التكوّن هذه عامل أساسي يجعلها لا تتضرّر من الاستغلال المكثّف من قبل الانسان .

ويتعلّق الأمر في هذا المضمار بحالة نموذجية للتكيف الذي يلبيّ حاجيات الانسانية الغذائية ، بفضل قدرة الأسراب السمكية على البقاء والتّكاثر والتّجديد باستمرار .







الصورة : يعد البحر مورداً غذائيا هاماً للانسان الذي استغل خيراته منذ القديم . وقد مكنت الاساليب والتجهيزات المتطورة في ميدان الصيد البحري من تكثيف هذا الاستغلال ، مما جعل الثروة السمكية من مقومات اقتصاد عدة بلدان .

الأنظمة البيئيّة القاعيّة السّاحليّة :

على عكس ما يحدث في الأوساط المحيطية (البلاجيّة) فالقعر السّاحلي يظهر على شكل قشرة رقيقة تقع في قعر البحر وتوجد بها الأجسام المغمورة في القعر نفسه وأجسام تعيش ملتصقة بالصّخور إلى جانب بعض أنواع الأسماك التي تتنقل في الأعماق.

وتتكوّن الأجسام ذات الخصوصية القعرية من تجمّعات علقية مجهريّة وبعض باديات الزّهر البحريّة ذات الانتاجية المرتفعة بالنّسبة للعلق النّباتيّ . إلّا أنه نظرا إلى كون الأوساط القعرية لا تمثّل سوى جزءاً ضئيلًا من الكتل المحيطية ، فإن ارتفاع انتاجياتها تبقى هزيلة بالنّسبة للنّشاط العام في المحيطات .

وتوجد في الراسب الحرّ ، كذلك أنواع علقية مجهرية قادرة على التنقّل وبالتالي على المهاجرة تبعا لكثافة الضوء . وتكون المشطورات المنتشرة في الجليد السّاحلي القطبي ذات شبه كبير بالأنواع القعرية أكثر مما تشبه الأنواع العلقية وخاصّة من النّاحية الانتاجيّة .

وفيما يتعلّق بالوضع الذي يتّخذه القعر بالنّسبة للضوء في المياه المنضدة فقد رأينا سابقا أنه يظهر أكثر استقرارا من العلق النّباتي . فالطّحالب السمر والطّحالب



تعد الاخينوسات (توتياء البحر) من أهم سكان الأوساط القاعية بالسّواحل ، وهي من فصيلة شوكيات الجلد . في الصورة أخينوس ذو مناخس طويلة .

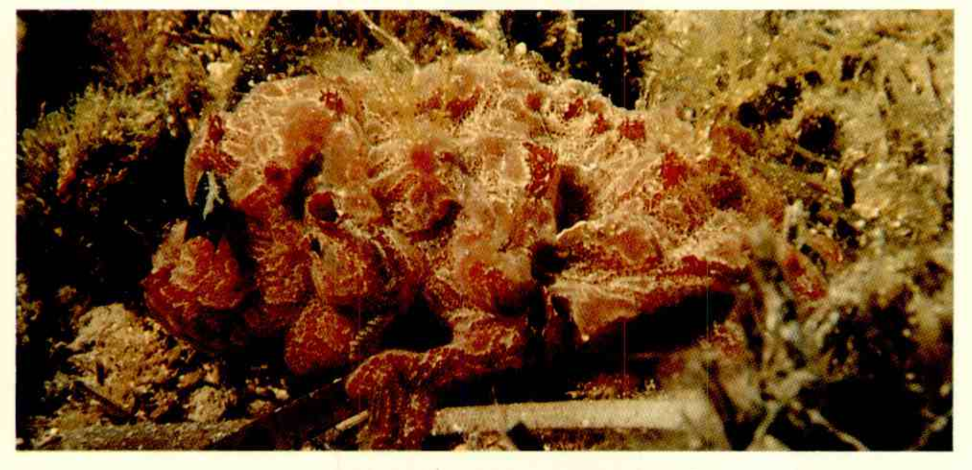
في الرسم : وسط قاعيّ ساحليّ نموذجيّ ، وهو عبارة عن نظام بيئي متنوّع مرهون بالظروف المناخية وبالتيارات والحرارة أو البرودة وهي عوامل تحدد اشكال التكيف الخاصة . ونلاحظ في القعر سرطانا وميديات ملتصقة بالصخور ومديخا من رأسيات الأرجل وبندوري البحر وطحالب خضر .

ومن العوامل المهمّة في النّظام البيئيّ القعريّ ، طبيعة الأساس الذي قد يكون معرضا لظواهر الحتّ وتراكم الحتات ، ثم قرب سطح حرّ معرّض لعمل البحر . ومن المعلوم أن المد والجزر يمنعان الأشكال البريّة من أن تتوطّد في البحر كما أن حركة الأمواج لا تتيح للعناصر البحرية أن تتجذّر في الأرض اليابسة . وحتى الأساس الأقرب إلى مستوى البحر ، لا يوفّر سوى إمكانية تعمير متواضعة . ومع ذلك فهناك حالات في البلدان الاستوائية يكون فيها المدّ والجزر بسعة ضعيفة والشّواطىء ممتلئة بالمنغروف ، وتنمو بأراضيها أشكال خاصة بالأنظمة البيئيّة البحريّة .

وبالنّسبة للأنواع القعريّة السّاحليّة ، فهي مرهونة بعاملين أساسيين وحاسمين يتمثّلان في مقاومة عمل الأمواج ومقاومة الطّفو . وبصفة عامة ، يخلق هذا التنوّع وضعا منضّدا يجعل الصّخور الواقعة على بعد بضع سنتيمترات مغطّاة بأجسام وأنظمة مختلفة تماما بعضها عن بعض . ولهذا يمكن الحديث عن تنظيم حقيقي لا يتجلّى لدى العلق .

وإذا اعتبرنا أنّ المدّ والجزر في البحار المعتدلة يتغيّران بمترين أو ثلاثة أمتار وأن اختلاف السّعة يتراوح مابين خمسة عشر وثلاثين سنتيمترا ، في البحار الدّافئة ، فيمكن القول إن البحار الحارة لاتعرف مفارقات هامة ، بينما في البحار المعتدلة تكون حركة الأمواج وهي ظاهرة آلية حقيقية ، مائلة إلى الارتطام بالصّخور وإثارة اضطراب

لماذا تعرف الأنظمة الساحلية بالقاعيّة ؟



الحلقيات حيوانات قاعية تلتصق بالقعر حيث تعيش حياة مستقرة . في **الصورة 1** دودة بحرية . ويحتضن النظام البيئي الساحلي عناصر أخرى منها الطحالب السمر والمسامية (الصورة 2) والحث الأحمر (الصورة 3) .





المياه . ولهذا السّبب البسيط تتّخذ الأنواع التي تعيش بها مقاييس كبيرة وتصبح قوية ومتينة لكي تتحمّل عنف الأمْواج وما يترتّب عنه من تلاطم المياه . وهكذا يمكن تقسيم البيئة السّاحلية حسب قوة المدّ والجزر . ويكون توزيع الأنواع مرهونا كذلك بكون البعض منها يتغذّى بالعلق الدّقيق أو بالمادة التي ينتجها : وبالفعل فالتكيّف مع ظروف الحياة يغدو أهم من التنافس أو الاستغلال ، حيث تنشأ علاقات تساكن خاصة تجمع بين الأنواع في نفس الوسط . ولا تتكوّن المنطقة التي نحن بصدد دراستها فقط من الشّواطىء الصّخرية ، فالقيعان السّاحليّة في الواقع تتشكل في أغلبيتها من أسس غاية في التنوّع تمتدّ من الحصى إلى الوحل الدّقيق . وفي الأسس الصلبة ، تحفر بعض الأجسام الصخور لتأوي إلى ثقوبها بينما تعيش أنواع أخرى مثل الأخينوسات وصفيحيات الخياشيم داخل الشّقوق الطّبيعية . أما في الأسس فيتم التّمييز بين النّباتات التّحتية التي تعيش مَغمورة بالرّواسب وبين النّباتات الفوقية التي تعيش فوق الرّواسب . ومن البديهي أن مكونات الرّواسب تلعب دورا أساسيّا في نشأة نوع النّبات الفوقية

كيف يعيش سكّان حاجز المرجان ؟

حاجز المرجان : نظام بيئيّ متميّز

من بين أشكال أنظمة الحياة البحرية الأكثر تطوّرا مايُمثّله الوسط القعري ذو الأساس الصخريّ المعْروف بحاجز مرجان عرق اللؤلؤ . ولكي ينمو هذا الشّكل ويتطوّر ، فهو يحتاج باستمرار إلى مياه دافئة تزيد حرارتها عن عشرين درجة مئوية ، وتكون فقيرة لا يتوفّر سطحها سوى على كميّة قليلة من الموادّ الغذائية والعناصر العلقية النّباتية . وقد طوّرت الأجسام التي تعيش في هذه الأنظمة البيئية إمكانيات تكيّف وتكافل ومحاكاة وطفيلية إلى جانب أنظمة دفاع ومقاومة مختلفة من أهمّها سُمّيّة الحيوانات . ويتميّز حاجز المرجان بارتباطه بالمياه التي تحيط به . وهو ضعيف من النّاحية الطّاقية حيث يستهلك أكثر مما ينتج ، وذلك بالرّغم من ارتفاع قيمة الكتل الحياتية التي يتوفّر عليها ، إذ تتمثل أحيانا في عدّة مئات من غرامات الكربون العضوي في المتر المربع الواحد ، وفيما يلي دراسة لبعض مكوّنات التجمّع الاحيائي :

من العناصر الحيوية الأساسية في حاجز المرجان هناك المدائخ

الصورة 1 : منظر جويّ لحاجز مرجان .

الصورة 2 : مدائخ من نوع زهر البحر وهي من العناصر المميّزة لنظام حاجز المرجان .

رسم الصفحة الجانبية : منظر لحاجز بحيواناته ونباتاته والنشالات التي تدور حول النظام : 1 بلاتيجيرا ؛ 2 مسامية ؛ 3 بلاتجيرامسامية ؛ 4 متلويّة ؛ 5 انبوبية ؛ 6 مساميات ؛ 7 قلميّة ؛ 8 نجمية ؛ 9 فلقية ؛ 10 حبلية ؛ 11 قرش ؛ 12 زهر البحر ؛ 13 شق ؛ 14 حلقية ؛ 15 برميل ؛ 16 سدّية ؛ 17 دلفين ؛ 18 قيصانة البدر ؛ 19 مرجان ؛ 20 سرطان ؛ 21 شقار البحر ؛ 22 اسفنج ، 23 دودة بحرية ؛ 24 نجمة بحرية ؛ 25 شفنين بحري ؛ 26 جرنية ؛ 27 عبائية .



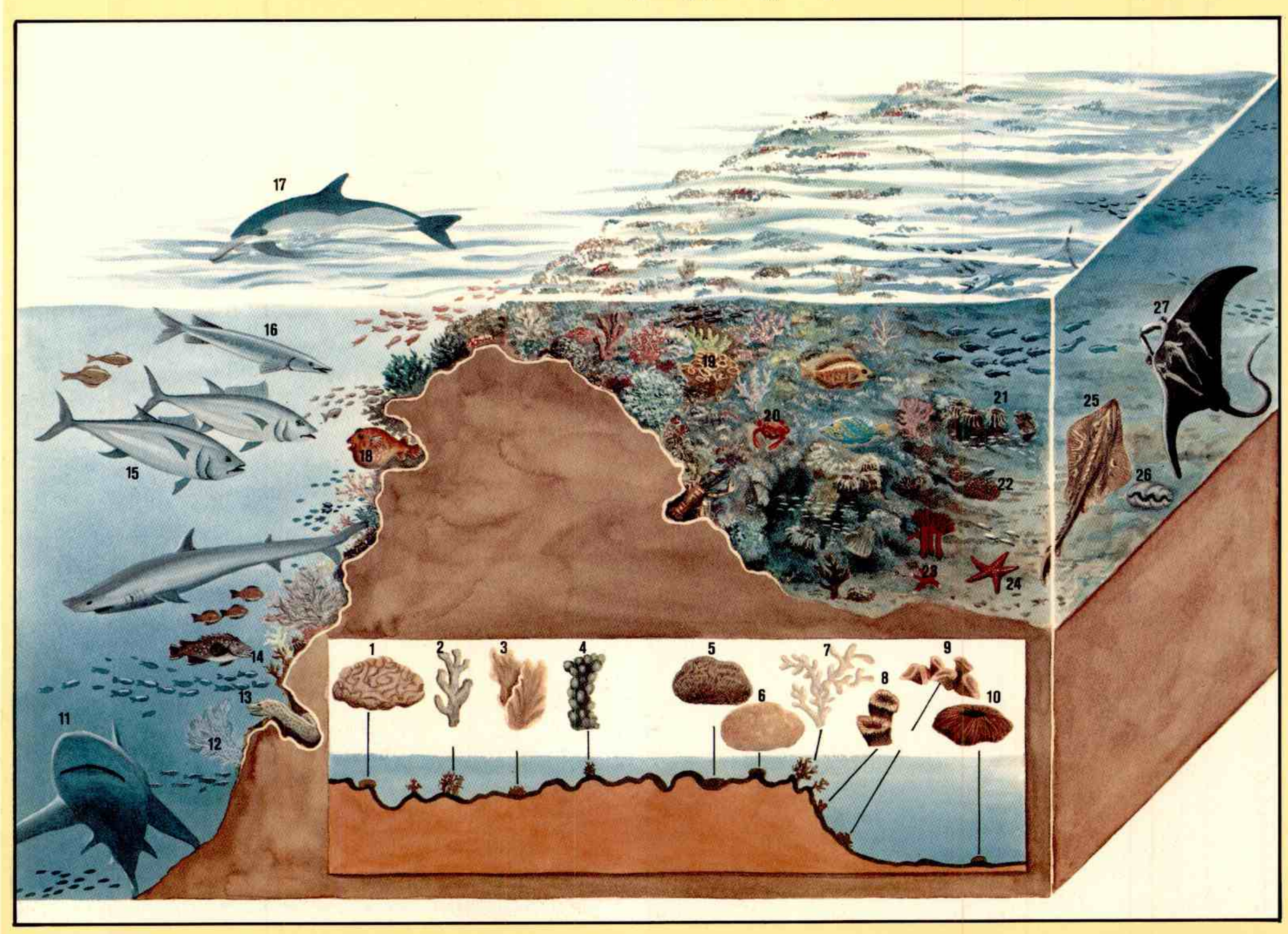


التي تعيش فوق الرّواسب . ومن البديهي أم مكونات الرّواسب تلعب دورا أساسيًا في نشأة نوع النّبات التحتيّ الذي يوجد به . ذلك أنّ العناصر المكوّنة الدّقيقة ووفرة الموادّ العضوية تعوق وجود الأجسام الصّغيرة الحجم التي تكيّفت مع الحياة دَاخل شقوق الموادّ الغليظة . ومع ذلك فالنّباتات التحتية غنية بالأنواع التي تستطيع البقاء والعيش حتى داخل الرّواسب المكونة من عناصر بالغة الدقّة ، لأنها تحتل الدّهاليز المتّصلة بالخارج ، ومن بين هذه الأنواع الحلقيات وصفيحيات الخياشيم . وهذه الحيوانات غالبا ما تكون من المصفّيات أو من الأصناف التي تقتات بالرّواسب السّطحية ، وذلك حسب وفرة الموادّ المعلّقة وتفسخ الرّاسب . إلّا أن حياتها مع ذلك ، تبقى مرتبطة بإنتاجية العلق .

وتحتل قيعان السّواحل بكيفية مكثّفة بعض الأسماك مثل الغادسيّات والفرخيّات والأسماك المسطّحة ، وهي من الأنواع المفضّلة لدى الانسان لقيمتها الغذائية ولقرب القيعان السّاحلية التي يصطادها بها جرّا . وتمثل هذه الأسماك آخر حلقة من سلاسل غذائية طويلة جدّا ،

التي تحتوي بداخلها على حيوانات متكاملة والطّحالب الحمراء التي تنمو على شكل كتل تلطمها الأمواج والتي تنتهي بتشكيل نوع من المنحدر ، ثم بعض الطّحالب مثل الهاليميدا التي تصلح لبناء رمل مرجانيّ من نوع خاصّ ، إلى جانب طحالب أخرى تنتمي إلى مجموعة السّوطيات الدّائرية وهي ذات أهميّة قصوى لأنها تعيش في تكافل مع المشطورات والاسفنجيات وغيرها من الأشكال . وتتمثّل هذه العناصر جزءا من المادّة الممثّلة التي تستفيد منها الحيوانات التي تجتمع بها . ويعني ذلك أنّ المديخ مثلا ليس في حاجة إلى هضم الطّحالب مباشرة لامتصاص ما تحتويه من منتوج عضوي ، وبفضل ذلك أمكن اعتبار حاجز المرجان بمثابة نظام بيئيّ مستقّل يكون الدّور الأساسي فيه من نصيب جسم يعرف ب «المرجان» والذي ليس في الحقيقة سوى نتاج تكافل ضيّق بين مشطورة وسوطيّة دائريّة .

وبسبب الاستغلال النكثّف الذي يتعرضّ له العلق المرجانيّ ، فهو دائما وافر الانتاجية .



ولذلك فإنتاجيتها لا تشكل سوى جزءا ضئيلا من الانتاجية البدائية للنّظام البيئيّ .

وفضلا عن المفارقة بين الرمل والصخر ، هناك عناصر أخرى تتدخّل لتحديد نوع معين من التّعمير ، وتتمثّل في كثافة الضّوء وحركة المياه ووجود مادّة معلّقة . ففي عمق المياه النّظيفة والهادئة نسبيّا ، تزدهر الطّحالب الحمراء والحزازات الحيوانية وعرق اللّؤلؤ الذي يتّحد أحيانا مع موادّ أخرى وينمو لتتكون من ذلك الالتحام بنيات على شكل صخور .

وفي المياه البالغة الاضاءة والقليلة الاضطراب ، في البحار الحارّة ، يمكن العثور على مروج شاسعة مكونة من باديات الزّهر البحرية . أما المادّة التي تنتجها فهي لا تستعمل بكيفية مباشرة ، ولكن بعد تحلّلها بواسطة البكتريات . وتشكل باديات الزّهر البحرية عنصرا هاما في النّظام البيئيّ ذي المروج وذلك قبل أن يتدخّل الانسان لاستغلالها أو تلتهمها السّلاحف والخيليّات .

والجدير بالاشارة أن النّظام البيئيّ القعريّ السّاحليّ بالمقارنة مع النّظام البيئيّ البلاجيّ ، أكثر وفرة من حيث الأنواع واختلافها وتنوع أشكالها مع أن الفارق الكبير بين النّظامين يكمن في سعة كلّ منهما ، إذ تحتل البيئة البلاجية مجالات أوسع من المجالات التي تحتضنها الأوساط القعرية .



توجد الميديات وهي من صفيحيّات الخياشم بكثرة في جميع الأنظمة التي تتيح حياة قاعية هادئة . ولهذا السبب نجدها قرب الشواطىء المنخفضة على شكل مجموعات كبيرة .

لماذا تكون أغلب الأجسام اللجيّة عمياء ؟

الأنظمة البيئيّة للمياه العمقيّة :

يتميّز عالم الأعماق البحرية بظروف تغيّر وتنوّع زمنيّة ومكانية غاية في الأهمّية . من ذلك أنّ الانعدام التام للضّوء يجعل الأنظمة اللجيّة متعلّقة بصفة مطلقة بمياه المستويات العليا وخاصّة منها الأنظمة البيئيّة البلاجيّة . ويؤديّ التّركيب بين عاملي الحرارة المنخفضة للماء (مابين أقلّ من صفر درجة وخمسة درجات مئوية تحت الصفر) وارتفاع الضّغط ، إلى تقليص إنجاع الأجسام المتعدّدة الأنواع والفقيرة من حيث الكمّيات . وهكذا ، فإذا كانت هذه الخصائص متوفرة في جميع القيعان المحيطيّة ، فالأجسام التي تعمرها تتميّز باختلافات مهمّة . مع ذلك ، فهناك مجموعة من الخصائص المشتركة بين تلك الأجسام ، كالمقاييس الكبيرة لأجسام الأفراد بالمقارنة مع أجسام أفراد من نفس النّوع تعيش في أنظمة بيئية مختلفة ، ثم ضآلة أعداد الصّغار المحيمية المرحلة الأولى من نموّها ، إضافة إلى إنعدام العلق الذي يحول دون تمتّع اليرقانات بحياة مستقلّة . وبالنّظر إلى افتراض أنّ الحياة يجب أن تكون طويلة ، فإنه يستخلص أن الكائنات المعمرة للأوساط العمقية تجمع أمام التقلّبات المهمّة .

وعلى غرار الانظمة البيئية للحواجز المرجانية وغيرها من الأنظمة البيئيّة المتّسمة بالنّضوج ، فالأنظمة البيئيّة العمقيّة غير قابلة للاستغلال من قبل الانسان لأنها تقوم باستهلاك كلّ ماتنتجه وكلّ ما تستقبله من موادّ . كما أنّ الحيوانات اللّجيّة تتميّز بقدرتها على إنتاج الضّوء الذي تستعمله للدّفاع عن نفسها ولاجتذاب فرائسها ولتعويض نقصها ، بالاضافة إلى سيطرة الأشكال اللّحمة المزودّة بأفواه كبيرة تشكّل في أغلب الحالات أهم جزء في الجسم ، وتكون ذات فعالية خاصة في الالتهام والافتراس ، ثم ببصلات عينية تنفصل عن الجسم بفضل خيوط لحمية على عكس أشكال أخرى عمياء تماما . وبما أن النّظام البيئيّ للمياه العميقة لا يتعرّض لأيّ تحول أو تغيير وخاصّة لغياب أي دور للانسان فيه ، فقد احتفظ ببعض الأنواع كما كانت عليه قبل آلاف السنّين ، أي قبل العهد الجيولوجيّ الرابع بكثير .



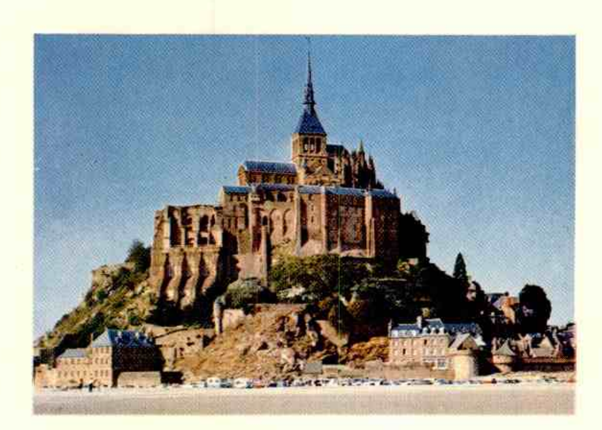
تعد أسماك المياه العميقة من الحيوانات الغريبة من حيث شكلها المذهل ، وهي في بعض الأحيان تكون متوفّرة على أعضاء ضوئية واجهزة مضغ قوية معدّة لسحق أجسام الفرائس .

الأنظمة البيئيّة الجزْريّة :

تتطوّر الأنظمة البيئيّة الجزرية في الأوساط الانتقاليّة مابين البحر والهواء . ويتعلّق الأمر بشريط برّي يقع بين أعلى المدّ وأعلى الجزر .

ومن النّاحية البيئيّة ، فإن هذه الأنظمة تتباين حسب إيقاع المدّ والجزر الذي يثير إيقاعا مرهوناً بالظّروف البيئيّة . ذلك أنّه تبعا لمستوى سعة المدّ والجزر ، تنتقل الأجسام المعمرة لهذه الأنظمة البيئيّة مع وسط بحري ذي ظروف قارّة نسبيّا إلى أوساط هوائية أو تحهوائية غاية في التغيّر والتنوّع . ونعني بالظّروف القارّة ، ظروف تكون فيها التّغيّرات محدودة نسبيا وتتّخذ فيها البيئة خصائص قارّة إلى حدّ ما . ومن عوامل التغيير كذلك كميّة الأملاح والأوكسيجين والحرارة والخصوبة الكيماوية ثم التلّوث . ويكون على الأجسام الجزرية أن تتوفّر على خصائص تمكّنها

إنها عبارة عن وسط يخضع لتغيرات كبرى من حيث درجة الحرارة والملوحة والسكن . وتؤدّي كثافة المد والجزر إلى جعل العناصر الساكنة بالشاطىء تتحمل التغيرات القصوى في الملوحة حيث تصبح حياتها مزدوجة ، أي مائية وبحريّة وخاصة من حيث التنفس والتغذية والمقاومة .



الصورة أعلاه : جبل سان ميشال ، وتصل به سعة الجزر مستويات هائلة .

الصورة أسفله : خط ساحلي خلال أقصى الجزر .

من تحمل هذه التغيّرات . ففي بعض الحالات ، يتم كلّ النّشاط الحركي والتنفّس والتّناسل والتّغذية بكيفية مزدوجة حيث أنّها عمليات تتغيّر تبعا لتغيّر البيئة .

وفي البلدان التي توجد بها مناطق رملية شاسعة واقعة بين المنطقة الجزرية والوسط البرّي الحقيقيّ تكون تقريبا مجرّدة من كلّ أشكال الحياة باستثناء الحزازات ، وتكون حيواناتها البحرية كلّها أو معظمها من أصل بحري رغم ما يوجد بها أحيانا من عناصر بريّة الأصل كالحشرات وخاصّة منها مزدوجات الجناح ذات التنفّس المائي والكلمبوليات ذات التنفّس الهوائيّ .

وتتكوّن السّلاسل الغذائيّة الجزريّة من أنواع لا تنتمي في أصلها إلى النّظام البيئيّ نفسه ولكنّها تساهم فيه من النّاحية البيئيّة . ونذكر من بين هذه الأنواع الطّيور البحرية وبعض الكواسر وصغار الثدييّات اللّحمة أو القارضة التي تتسابق للانقضاض على العناصر المتخلّفة والجثث الحيوانية بعد أقصى الجزر .

ومن أهم المشاكل التي تواجهها الحيوانات الجزريّة احتفاظها على قدر أدنى من الرطوبة لضمان بقائها خلال فترات الانجلاء التي تعقب أقصى الجزر . وبفضل قدرتها وبراعتها السّباحية فالحيوانات الأكبر حجما مثل الأسماك والقشريات والرّخويات تخرج من المأزق بالمهاجرة الموسمية نحو المناطق الرطبة وبذلك تستطيع البقاء في الماء بصفة دائمة . أما الأشكال التي تعجز عن الهجرة والتنقّل بسبب طبيعة بنية أجسامها ، فقد اضطرّت إلى تطوير أساليب تكيف أخرى . ومن هذه الأصناف العديد من الطّحالب التي تتمركز في حفر الماء المتبقّى بعد أقصى الجزر ، والموجودة على الرّملة . وبامكان هذه الطّحالب أن تبقى في الوسط المائي ولو أدّى بها الأمر إلى تحمّل الاتصال بالهواء وبالتّالي تأثير التغيّرات الحرارية واختلافات درجات الملوحة المتعلّقة بالمكان والفصل . وفي مثل هذه الظّروف ، تتغير الكثافة والمظاهر الفيزيولوجية للطّحالب بكيفية حتمية . وهناك نموذج آخر لهذه الوضعية يتمثّل في العديد من الحيوانات التي تنفذ داخل الأساس المبلّل بالماء بعد حفره كما هو الشّأن بالنّسبة للحلقيات والقشريّات وشوكيّات الجلد الرّملية والرّخويات الحفارة أو باستعمال الشّقوق الموجودة في الأسس الصّلبة كما تفعل بعض الأسماك والأنقليسات . وما يهمّ هذه الحيوانات هو أن يكون السّطح التنفّسي كافيا للاحتفاظ بقدر من الرّطوبة اللاّزمة لبقائها وخاصّة خلال فترات إنجلاء الماء . أي أنّ بقاءها مرهون بمدى تمكّنها من تنفّس الهواء الجوّي .

ولابدّ كذلك من الحديث عن الأشكال التي تدفعها أسباب مختلفة إلى الالتصاق بمكان معيّن لكونها عاجزة عن الانسياق مع أقصى الجزر وعن الاختباء وسط الطّحالب أو في الشّقوق وكذلك عن حفر الصّخور . ومن هذه الأشكال بعض النّباتات القعرية الثّابتة كالشّقار والجزازيات الحيوانية والاسفنجيات والمغلّفات القليلة الحركة مثل الصّحنيات . وما يمكن أن تقوم به هذه الأجسام هي أن تحاول دائما مقاومة الجفاف ما أمكن . ولذلك فهي تميل دائما إلى الانكماش والتقلّص لكي تحول دون تعرض أجسامها للتبخّر . وبعد تجاوز المرحلة الأولى وهي الأكثر صعوبة ، تنفتح بعض الأنواع وتتبنّى شكلا تنفسيا هوائيا . إلّا أنّه في جميع الحالات ، يكون المناخ هو الذي يتيح للأجسام الثّابتة أو القليلة الحركة أن تعود إلى الحياة : فإذا كان النّهار باردا وكثير السّحاب وقليل الأمطار (لأن الأمطار الغزيرة تكون خطيرة على حياة هذه الأجسام بإزالتها للملوحة من المياه) ، فإن نشاط هذه الأجسام يمكن أن يتضاعف ليشمل أحيانا التّغذية والتّناسل والبيض . أما في

بعد انسحاب الماء خلال أقصى الجزر ، يصبح بالامكان رؤية الصخور التي كانت مغمورة تماما ، وتظهر بها الطحالب الخضر وخاصة منها خسّ البحر الذي نشاهده في الصورة جانبه .



كثيرا مانشاهد ظهور السراطين بعد انسحاب البحر ، وهي من السكان الدائمين في النظام الجزري ، وتمتاز بتخصّصها على غرار كائنات الأنظمة البيئيّة الصعبة .

إن بعض حيوانات نظام الجزر قادرة على الرجوع بسرعة الى الماء ومنها مثلا السرطان الذي يظهر في الصورة . كما أن هناك أنواعا أخرى أكثر بُطئا تبقى على الرمل حتى تعود إليها المياه . وفي هذه الظروف كثيرا ما تموت بسبب حرّ الشمس أو تسقط فريسة للنشالات .

الأيام الحارّة والمشمسة ، فهذه الأجسام تبقى جامدة في المكان الذي تلتصق به أو مختبئة في الأساس الذي كانت به من قبل . ومن بين الخصائص التي تشترك فيها هذه الأجسام تفضيلها للأماكن المظلّلة ودهاليز سيلان المياه التي تكون أقلّ عرضة لضوء الشمس .

وبالنّظر إلى تنوّع الظّروف التي تعيش فيها الحيوانات والنّباتات ، فإن من البديهي أن تكون لها قدرات تكيّف متطوّرة ومتنوّعة وهكذا فهناك حالات تكتسب فيها الأجسام البحريّة إنجاعا بريّا تقريبا وإمكانية عيش بدُون هواء قصيرة الأمد بالاضافة إلى أصباغ تنفّسية ووقائية ، وقدرة على استرجاع الحياة مباشرة بعد عودة المياه بالفعل فبعض الطّحالب التي تعيش في أعلى المستويات ، والتي تتعرّض في غالب الأحيان إلى تجفيف خلال فترة الانجلاء تستعيد نشاطها المتمثّل في التّخليق الضّوئي فور اتّصالها ثانية بالماء . وهناك بعض النّباتات التي تتمكّن من الاحتفاظ بإنجاعها خلال فترات الانجلاء .

ومن النّاحية الجغرافية ، فالأنظمة البيئية الجزرية تتغيّر تبعا لسعة المدّ والجزر . ففي أوروبا يوجد تعمير مكثّف على طول سواحل شمال غرب فرنسا وجنوب غرب بريطانيا . وتبلغ سعة المدّ والجزر هناك أحيانا أزيد من عشرة

لماذا تفضّل السراطين الأوساط الجزريّة ؟

ما موقع الطيور البحريّة في السلاسل الغذائيّة ؟

امتار على الشّواطىء المرملة والمسطّحة ، وقد يصل طول الرملة عدّة كيلمترات . وعلى الشّواطىء . يمكن التقاط الرّخويات ، ومنها الدّوناسيات والقلبيات على القيعان الرّخوة والصّحنيات والميديات والمحارات على القيعان الصّخرية ثم القشريات ومنها السّراطين والكركندات والقريدسات ، وكذلك الحلقيات وغيرها من الحيوانات المستعملة كطعم . وفي بعض المناطق يكتسي التقاط هذه الحيوانات أهمية اقتصادية إلى درجة أن البحث يشمل كيفية زرعها وتلقيح الرّخويات الفتيّة اصطناعيا . كما تجنى كمّيات هائلة من الطّحالب لتستعمل كسماد .

وفي البحر الأبيض المتوسّط ، لا يوجد المدّ والجزر بسعة معينة إلا في خليج قابس والأدريتيك حيث لا تتجاوز سعة المدّ والجزر هناك المتر الواحد الّا بقليل . ولا تشتمل هذه المناطق سوى على تعمير فقير وقليل التنوّع : ففي خليج قابس تمارس تربية المحار بينما يتميّز الأدريتيك بوجود عناصر مماثلة لنماذج المحيط الأطلسيّ ويتوفّر على تعميرات أغنى من تعميرات خليج قابس .

والجدير بالذّكر أن المناخ الجوّي يفوق المناخ البحريّ من حيث تحديد وتوزيع ووفرة الأنواع . فمن الشّمال إلى الجنوب ، تكون بعض الأنواع أصغر حجما وأخرى أكبر حجما ، وانتقالا من الشّواطىء الانجليزية إلى الشّواطىء المغربية ، نلاحظ أن بعض الأنواع تختفي تدريجيا بينما أنواع أخرى تظهر تدريجيا .

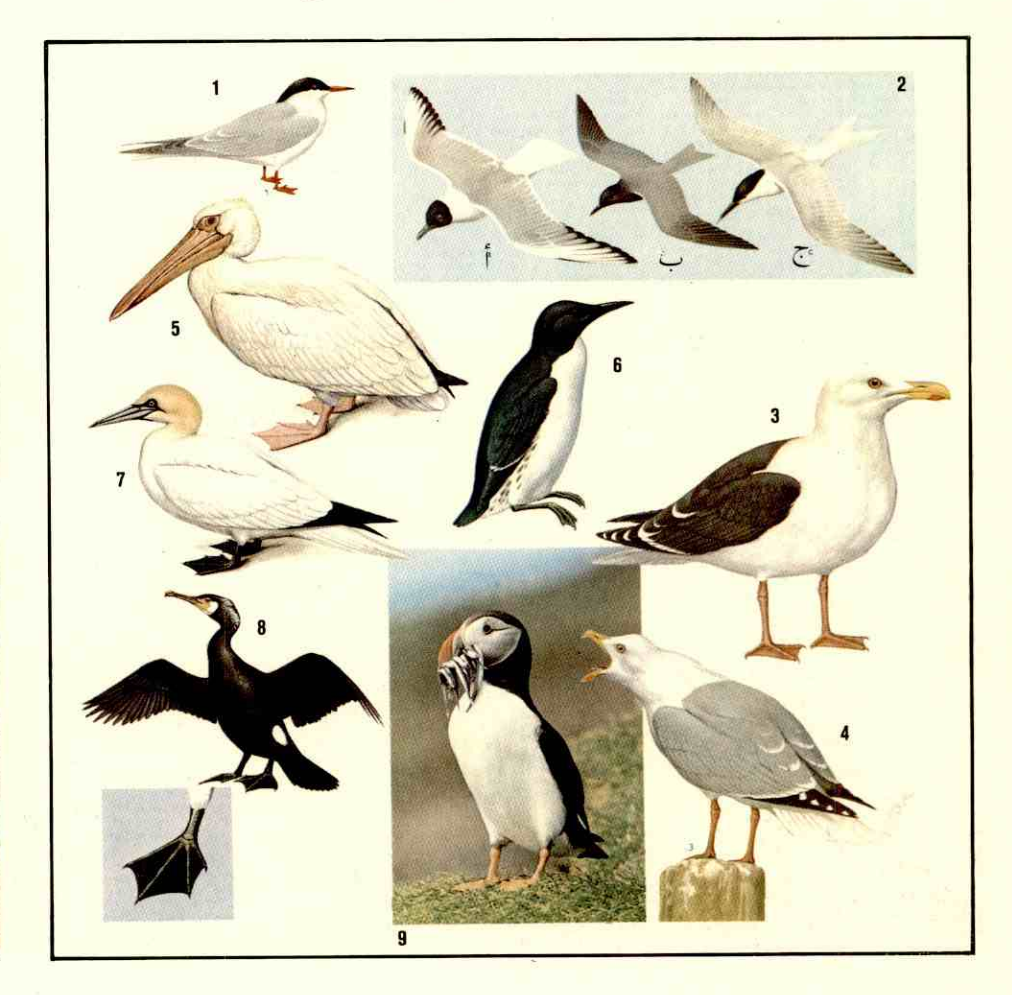
ويهتم علماء الأحياء الاحاثيون وعلماء البيئة بالأنظمة البيئية الجزريّة اهتماما خاصّا ، لأنّها توفّر معلومات ثمينة بشأن فترة الانتقال وتقهقر البحار وطفاوة الأراضي خلال العهد الباليوزوي . ويهتم بها علماء البيئة لأنّها تبرز بوضوح مدى تلوّث البحار ، لأن البحر يحمل إليها الموادّ القاريّة والزّفتية التي تنتشر في المناطق الطّافية حيث تتراكم بها مهدّدة الدّورة الجزرية كلّها بالخراب .

في الصورة طيور البجع وهي كثيرة الجشع .

في الرسم : بعض الطيور البحرية : 1 خطاف البحر ، 2 يرقانيات الشكل : أ – نورس ؛ ب . زُمّج الماء ؛ ج – لورس كوجلك ؛ 3 نورس بحري ؛ 4 زمج ماء مفضض ؛ 5 بجع أبيض ؛ 6 أكتع القطب الشمالي ؛ 7 أطيش باسان ؛ 8 غاقة ؛ 9 بط قطبي . في المربّع ، قائمة كفيّات القدم .







الأنظمة البيئية ذات الملوحة المتغيّرة

تشكّل المياه الهجاهجة نظاما بيئيّا متوسّطا بين أنظمة المياه البحرية وأنظمة المياه العذبة . وهي تعرف بالأنظمة «ذات الملوحة المتغيّرة» نظرا لتميّزها بانعدام الاستقرار الذي يصاحب التنوع الكبير للعناصر المكونة لبيئتها . بالفعل ، فالنّظام المائيّ يفوق غيره من الأنظمة الأخرى من حيث تميّزه بالاختلافات الكبيرة على المستويات الجغرافيّ والحراريّ والملحيّ والغازيّ .

ومن الأوساط النّموذجية للنّظام البيئيّ الهجاهجيّ هناك مصابّ الأنهار والمستنقعات والسّبائخ المتّصلة أو غير المتّصلة بالبحر .

ويرجع أعلى مستوى التغيّر بالأساس إلى القاريّة الجغرافية وإلى ضعف عمق السّبائخ ومصابّ الأنهار ، مما يؤثّر على مستوى الحرارة بفعل الدّورتين الفصليّة واليومية وكذلك على السّلاسل الغذائية التي تتدخّل فيها عناصر متعدّدة من أصل قاريّ . وهناك عوامل أخرى تؤخذ في الاعتبار ومنها درجة الملوحة والأهمية النسبيّة لحصص المياه البحريّة والنهريّة والجوفية والمطرية . ويكون لنوع الماء أهميّة قصوى بالنّظر إلى درجة تبخّره ونسبة الملح به . ففي المستنقعات والبحيرات الشّاطئية القليلة العمق يكون سطح التّبخر شاسعا ولذلك توجد إيداعات ملحية مهمة. وبالمقابل، فإن مياه الأمطار والروافد والمياه الجوفية تثير تحليل كميّة الملح الموجودة من قبل . ففي الحالة الأولى ، يتعلّق الأمر بالمياه ذات الملوحة المفرطة وفي الحالة الثّانية يتعلّق الأمر بالمياه الناقصة الملوحة . أما في الحالات التي يكون فيها بين حصّة الماء العذب والتبخّر يكون الوسط الهجاهج ذا ملوحة مماثلة تقريبا لملوحة مياه البحر ، ويتعلّق الأمر آنذاك بالمياه المتوازنة الملوحة . إلّا أنه لا يجب أن ننسى أن القواعد الثّابتة لا تنطبق على الأوساط الهجاهجة لأنها ذات ظروف تغيّرية قوية . من ذلك مثلا حالة بحيرة شاطئية خاضعة لعمل المدّ والجزر ، إذ تكون نسبة ملوحتها عند أقصى الجزر .

وبالنّظر إلى كون نسبة الملوحة في ماء البحر عادة ما تتراوح مابين 34 و 38 في الألف ، فإننا حين نطبق التّحديد الصارم للمياه الهجاهجة ، فيجب اعتبار بحار

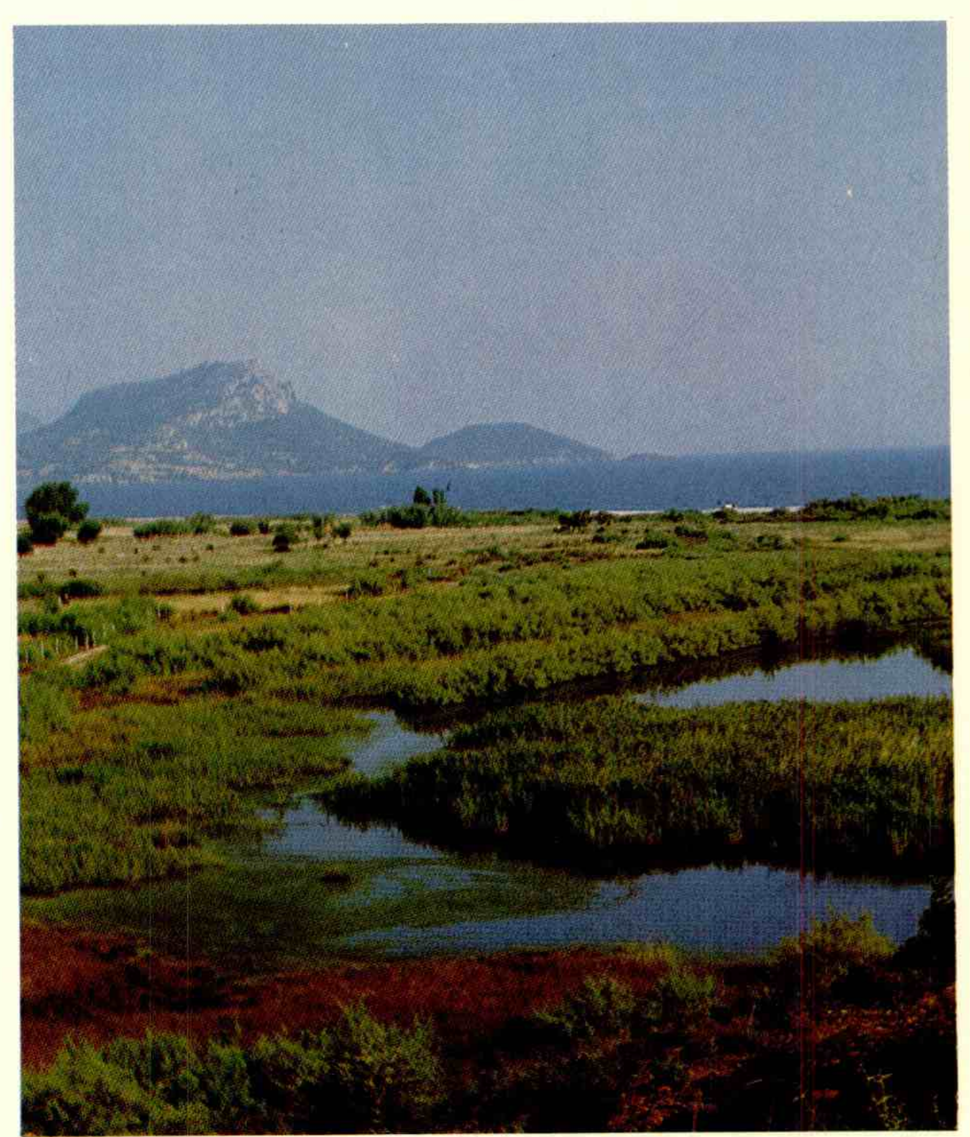
إن الماء الموجود في هذا الحوض أجاج ؛ أي أنه يأتي من البحر الذي ينفصل عنه بشريط برّي . وفي مثل هذا الوسط تتغيّر الظروف الحياتية بشكل واضح بالنسبة لما هي عليه في البحر ، حيث يمكن الحديث عن نظام بيئي مغاير ؛ أو نظام بيئي أجاج ،



لماذا يكون سكن الأنظمة الاجاجة بالغ التخصّص ؟

بأكملها ، كالبحر الأسودَ أو بحر البلطيق التي لا تتوفر سوى على نسبة ملوحة تحت المعدّل المقبول عادة ، منتمية للأنظمة الهجاهجة . ومن جهة أخرى ، هناك امتدادات شاسعة في المياه البحرية السّاحلية ، قليلة العمق أو واقعة عند مصبّ كبار الأنهار ، يمكن اعتبارها كذلك من الأوساط الهجاهجة . ونفس الشّيء ينطبق على الجيوب المائية السّالفة الذّكر ، التي حين تنقطع صلتها بماء البحر تتأثّر بالعوامل القارّية والجويّة وتتخّذ عدّة خصائص هجاهجية .

ومعلوم أن التغيّرية الكبيرة تسمح بارتفاع القيمة البيئويّة للعناصر التي تعمر الأوساط البيئية . ولذلك فمن البديهي أن الحيوانات والنّباتات الهجاهجية تتوفر على قدرات تكيف وتحمل تفوق بكثير قدرات أوساط المياه العذبة والأوساط الجزرية . فالأجسام التي تنتمي إليها تخضع بكيفيات متباينة للتغيّرات تبعا لمقاييسها وإمكانياتها الحركيّة .



فالأجسام الجامدة مثلا أو القليلة الحركة تتحمل جيّدا تعاقب فصول النّظام بينما تعاني كثيرا من التعاقب الجزري ومن تعاقب اللّيل والنّهار . وتكون التغيّرية والمستنقعات القارية ، وهي مرتبطة بعدد الأشكال الموجودة وبتقلّص كتلة الماء وبهدوء البيئة . ومهما يكن الأمر فإن الأنظمة البيئية الهجاهجة تعرف تداخلا بين التعاقبين معا (أي الفصلي واليومي) ، ينتج عنه في أقرب الآجال وعلى مستوى التعميرات تغيرات بالغة الأهميّة تفوق بكثير ما تشهده الأوساط البحرية والبرية المناسبة .

ورغم أن العناصر المعمّرة للوسط الهجاهجي تعرف بازدواجية أصلها ، أي الماء العذب وماء البحر معا . فإن الأجسام البحرية الأصل هي المتفوقة والطّاغية سواء من حيث عدد الأنواع أو كميات نوع معين . وترجع هذه الهيمنة بالأساس إلى كون أغلب هذه الأوساط من أصل بحري ، ثم إلى كون الأجسام البحرية من حيث القيمة المطلقة أوفر عددا وأكثر تنوّعا من أنواع أجسام المياه العذبة ، مما يجعلها تتوفّر على حظوظ وامكانيات كبيرة في البقاء ، وذلك ما يعرف «بالقيمة البيئية» المرتبطة بنشاط الآليات التي تنظم امتصاص الهواء والأيونات التي تمكن من ممارسة اقتصاد هامّ للطّاقة . ومن جهة أخرى تتوفّر النّماذج البحرية على نثور طبيعيّ مرتفع يتيح لها الانتصار والتفوق في حالة نشوب صراع ومواجهة بينها وبين أجسام المياه العذبة .

وهناك أيضا حالات تكيّف مثالية لدى الأجسام البحرية الموجودة في الأوساط الضّعيفة الملوحة ولدى أجسام المياه العَذبة في الأوساط الشّديدة الملوحة .

والجدير بالذّكر أن الأجسام البحرية الأصل تميل إلى التنادر في وسط تكون به نسبة الملوحة أقل من عشرة بالمئة ، وخاصة فيما يتعلّق بالأنواع . ومن بين هذه الأنواع نذكر العظميات وخاصّة منها البوري ثم القاروس والمرجان وهو سمك من فصيلة الاسبوريات وعدد من اللاّفقريات . وهناك بعض الأنواع التي تفلح في اختلاف المياه العذبة والمياه المقناة . ومن بين الطّحالب نذكر الخثّ الأحمر والألغيات والأشن والأشن الأزرق .

ومن ناحية علم البيئة المحض ، تمثل الأوساط

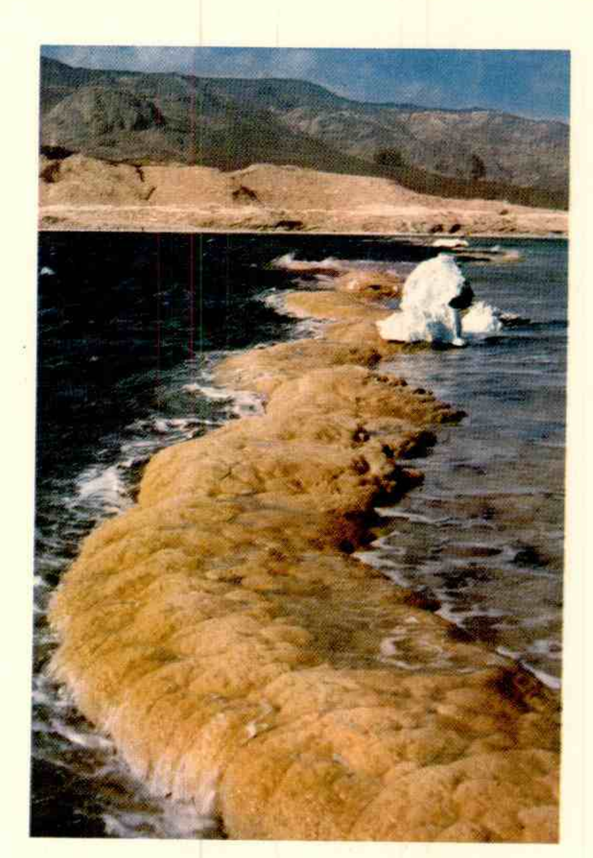
إن للأجسام التي تنتشر في الأوساط الأجاجة أصل مزدوج ، بحري وبرّي . إلّا أن الأجسام البحرية تطغى عل الاجسام البريّة سواء من حيث عدد الأفراد أو الأنواع . وتحدث حالات تكيف مدهشة : ذلك أن الأسماك البحرية تتكيف مع الملوحة المفرطة في حين تتمكن أسماك المياه العذبة من التكاثر في المياه الاجاجة وتظهر في الصورة نماذج منها .

الدّورة الفصليّة :

يتعلّق الامر في هذه الدراسة بمختلف المراحل الفصلية التي تشهدها البحيرات الشّاطئية ومصابّ الأنهار .

فخلال فصل الشتاء ، يكون ركود الماء وتباطؤ الحياة النّباتية في البحيرات الشّاطئية ومصابّ الأنهار أكثر تميزا مما هو عليه الحال في الأوساط البحرية حيث يكون انخفاض حرارة الماء أقل حساسية . وفي فصل الربيع ، تستعيد الحياة إيقاعها الطّبيعيّ إذ يتناسل الأفراد وتتكاثر الأنواع وتنمو . ويرجع هذا النّشاط إلى كون المياه عادة هادئة والغناء الأولي وافرا ومغذّيا ، والحرارة مرتفعة . كما أن الأنواع النشّالة والمنافسة تكون قليلة . وكلّ هذه العوامل تمكّن الأجسام الهجاهجية في البحيرات الشّاطئية ومصابّ الأنهار من تحقيق انتاجية مرتفعة بالمقارنة مع الكائنات البحرية المناسبة لها .

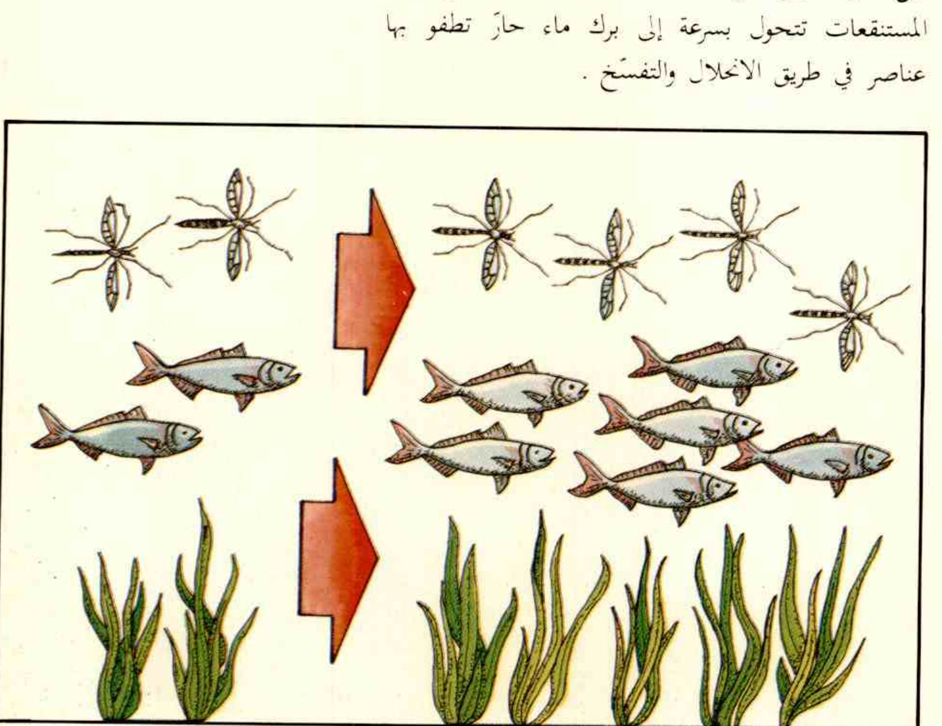
وتجدر الاشارة إلى أنّ ما أوردناه من عموميات لا ينطبق على جميع الأوساط ، ففي البحر الأبيض المتوسّط مثلا ، تصبح العوامل الايجابية سالبة خلال فصل الصيف . وفي البحيرات الشّاطئية الصغيرة ذات المياه القليلة العمق ، تصبح صعبة التحمّل بالنّسبة لأغلبية العناصر القاعية أو القليلة الحركة التي تصبح معرّضة للموت بنسب كبيرة ثم لمراحل انحلال تنتج عنها عناصر جدّ سامّة . وفي المستنقعات الهجاهجيّة ، يمكن لنسبة الملوحة ان تبلغ أقصى ارتفاعها إلى أن تعود غير محتملة من قبل جزء كبير من الكائنات الحيّة ، مما يجعل هذه المستنقعات تتحول بسرعة إلى برك ماء حارّ تطفو بها عناصر في طريق الانحلال والتفسّخ .



الصورة أعلاه ، بحيرة أسال في صحراء داناكيل ، نموذج للوسط الأجاج ، ورغم تسميته بالبحيرة فهو في الحقيقة حوض ماء شديد الملوحة لايمكن أن تعيش به أجسام المياه العذبة العادية .

الهجاهجية مصادر معلومات ذات أهميّة بالغة : فالتغيّرات والامتزاجات والتكيّفات تحظى ببالغ الأهمية في حقل علم البيئة التّطبيقي وعلم الاحياء الاحاثي ، لأن الأوساط الهجاهجية ، تلعب دور الشاهد على غزو الأرض اليابسة من قبل الأجسام البحرية التي تستغل مسالك المياه العذبة ، وذلك على غرار الأوساط الجزرية التي تعتبر انتقالية ما بين المنطقة البحرية والمنطقة البرّية .

وقد أسفرت دراسة بعض الأجسام – الغازية – عن استنتاجات عجيبة : فقد اكتشفت بعض الأجسام الحيوانية البحرية التي تطوّرت في البحيرات والأنهار الأوروبيّة ، وأجسام أخرى تم استيرادها مؤخّرا من أميركا وقد تكيفت تماما مع الأوساط النّهرية كنهر الرّون بفرنسا والدّانوب بكل من النمسا وهنغاريا وغيرهما .



الرسم جانبه ، تمثيل مبسّط لدورة فصلية في البحيرات الشاطئية ومصبّ الأنهار : في الشتاء يتقلص عدد العناصر الساكنة وفي الربيع تعود الحياة إلى الأزدهار حيث ينتشر أنواع السكان .

وفي فصل الخريف ، تصبح حرارة الماء مطاقة من جديد ، وتكثر الأمطار الغزيرة وتستعيد الحياة مظاهرها الطّبيعية في البيئة ولو بكيفية أقل كثافة مما تكون عليه خلال فصل الربيع . ويتوقّف تجديد الحياة المائية بحلول فصل الشتاء الذي يثير ببرده القارس ركودا جديدا يعلن نهاية الدّورة وبداية دورة فصلية جديدة .

لماذا تهاجر الأسماك ؟

العلق وتكيّفه ومهاجرته :

يرتبط وجود القاعيات والعلقيات بالدّورة الفصلية وبغيرها من العوامل التي سبق ذكرها . فإذا كان العلق فقيرا من حيث الأنواع فهو في الغالب يكون غنيا جدّا من حيث عدد الأفراد ، الى درجة أنه خلال فصل الربيع كثيرا ماتتّخذ المياه لونا مميّزا بتراوح بين الأخضر والمصفرّ . ومن أهم الحيوانات العلقية ، نذكر الدّوارات والرّدائن ومجدافيات الأرجل ، أما السّوطيات الدّائرية والمشطورات فهي من النباتات العلقية المهمّة . وتشكل هذه الأجسام العلق المحلّي الخاص بالأوساط الهجاهجية ذات اتصال بالعناصر العلقية البحرية التي تصعد نحو مصابّ الأنهار والتي تعمر طويلا بعد ذلك ، ولكنّها تبقى حيّة خلال مدّة كافية لادراجها ضمن السّلاسل الغذائية . وتحمل الأنهار بدورها أنواعا علقية وتكوّن العلق النهري . وهي بخلاف الأنواع العلقية البحرية لا تتمكّن من البقاء إلّا حين يكون معدل الملوحة أقل من نسبة عشرة بالمئة ، وذلك خلال الفترة التى تسبق التحليّة التامّة للوسط والتي يعقبها تحول البحيرة إلى مستنقع قد يجفّ بأكمله في حالة عدم تدخّل الانسان . وفي أواخر فصل الربيع تميل مختلف أنواع العلق إلى التنادر كما تميل إلى التكاثر خلال فصل الخريف قبل أن تنقرض نهائيا في فصل الشتاء وهو الفصل الذي تكون فيه المياه شفّافة تقريبا .

وتقوم الأنواع الحيوانية للأنظمة البيئية الهجاهجية التي تتوفر على تنوع وقيمة بيئيّة بتنقلات منتظمة من الأوساط البحرية إلى أوساط المياه العذبة وكذلك في الاتجاه المعاكس أو في اتّجاه واحد وذلك تبعا لمدى قدرتها على مزاولة نشاط فيزيولوجي مزدوج .

فقريدس الرمال الرمادي مثلا يهاجر موسميا من البحر إلى المناطق الهجاهجية ولكنّه يعود دائما الى الوسط البحري حيث يتناسل ويتكاثر . وبالمقابل فالأربيان يغادر البحيرة الشّاطئية متّجها نحو البحر حيث يتوالد ثم يعود إليها ثانية . كما أن العديد من الأسماك كالانقليسات والبوريات تهبط على طول مجاري الأنهار لكي تتناسل في مياه البحر ، في حين تقوم أنواع أخرى بالعملية العكسية حيث تصعد مصابّ الأنهار والبحيرات الشّاطئية بحثا عن القوت ، ومنها المرجانات والقواريس ، وهناك أنواع أخرى تصعد الى غاية منبع النهر أحيانا لنفس الغرض . ومن الواضح أن حركات المهاجرة هذه ذات منفعة كبرى بالنّسبة للانسان الذي يستعمل الشبّاك وغيرها من أساليب الصيد للحصول على كميات كبيرة من السّمك الرفيع . وفي حالة عجز الأسماك عن العودة إلى البحر لأسباب معيّنة ، فهي تنجح في البقاء والعيش في المياه العذبة حيث تتكيّف معها ، وتتمكّن بعض الأنواع كذلك من التّوالد هناك ومنها الشّابل .

وتشهد البحيرات الشاطئيّة والمصابّ النّهريّة شكلا آخر من أشكال التّرحال والمهاجرة : فعندما تفرط الحرارة في الارتفاع وتتضاعف نسبة الملوحة ، أو تتدخّل عوامل أخرى تجعل الحياة الهجاهجية عسيرة ، فإن بعض الأسماك تلجأ إلى البحر . وتكون هذه الأسماك متبوعة بسراطين البحيرات الشّاطئية التي تهاجر بدورها داخل نفس الوسط البحيري بحثا عن الغذاء وعن ظروف عيش أكثر ملاءمة .

على إثر التغيّرات الفصلية ، يمكن لحيوانات الأوساط الأجاجية أن تهاجر حسب خصائص كل نوع . فهناك بعض الأنواع تهاجر عموديّا من القعر إلى السطح ، وأخرى من جانب الحوض إلى جانب آخر ، وأخرى تهاجر من البحيرات الشاطئية ومصب الأنهار إلى البحر المفتوح ، وهناك أيضا أنواع أخرى تهاجر من البحر في بعض فترات السنة لتودع بيضها في المياه العذبة . فالسلمون مثلًا يَجتاز مصب النهر ليصل إلى منبعه حيث يضع بيضه ، أما الانقليسات فتهاجر من النهر إلى البحر لكي تلتقي كلها في بحر سارغاس (الرسم جانبه)

الحالات القصوى للوسط الهجاهجيّ :

إن خاصية واحدة من خصائص النظام البيئي الهجائيّ حين تتسم بالافراط والمبالغة تجعل هذه البيئة تتحوّل إلى نظام بيئيّ مغلق .

والملّاحات الطّبيعية والاصطناعية ذات نسبة الملوحة المرتفعة تبقى معمّرة من قبل نوع صغير من القشريات الورقيّة الأقدام والغنية باليحمور (أو خضاب الدّم) ، ويتعلق الأمر بالأرتميسة الملحيّة التي تستطيع العيش حتى في حقول الماء المفرطة في الملوحة ، حيث تتمكّن كذلك من التّوالد بها بكيفية مكثفة مما يجعل الماء يتخذ لونا أحمر متميّزا بسبب وفرة اليحمور وهو صالح للغذاء في الصّحاري . وتفلح مجدافيات الأرجل ويرقانات مزدوجات الجناح وبعض مغمذات الأجنحة كذلك في تعمير الملاحات وجيوب مياه السّاحل . وبالمقابل ، فإننا نعثر على بعض معدمات الأرجل وصفيحيات الخياشيم ، حتى في

قد يتساءل المرء إلى أيّ حدّ في الملوحة يمكن أن تعيش أجسام حية ، فالواقع أن هناك مجموعات حياتية حتى في المياه المفرطة في الملوحة في الصحراء وفي البرك الصغيرة . في الصورة جانبه مثال لحالة قصوى لنظام بيئي أجاج .



كيف تعيش أسماك الصحراء ؟

سمك الصحاري :

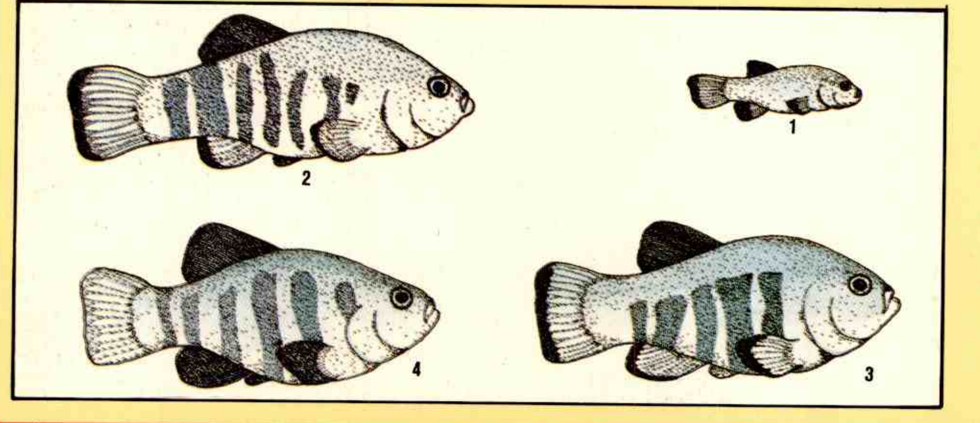
قد لا يصدق المرء وجود سمك يعيش في الصحراء متحملا ظروفها البيئية القاسية . ومع ذلك فإن هناك أربعة أنواع من الشبوطيات تعيش في ديث فالي وفي المناطق المجاورة لها بكاليفورنيا (الولايات المتحدة) . وقد تم العثور في مساحة تبلغ 7.500 كيلمترا مربّعا على عشرين تجمع من هذه الأسماك تسبح في برك صغيرة جدّا .

ومن خصائص هذا الوسط التغييرات الحرارية القصوى وقلة الماء وشدة التبخّر وارتفاع ملوحة الماء . ولذلك فإن هذه الشبوطيات تعدّ بحق من معجزات الطبيعة .

وتتجاوز طول النوع الأوّل أي «الشبوط الشيطاني» 1،5 سنتميترا لدى الذكور في حين لا يتغذى طول نوع «الشبوط الشعاعي» ثلاثة سنتيمترات . وكما نلاحظ ، فإن الأمر يتعلق بأسماك صغيرة جدا يُمكنها حجم جسمها الصغير من البقاء في مثل هذه الظروف القاسية . وتتجلّى قدرتها التكيّفية كذلك في طبيعتها الثورة أي كثرة نسلها وتوالدها . فكل سنة تموت ملايين الأسماك الصحراوية بسبب ارتفاع الحرارة وتبخر الماء . ذلك أن سمك الصحراء قادر على تحمل جميع تقلبات المناخ لكن يستطيع الاستغناء عن الماء . وعندما تبقى بعض العناصر القليلة هلاك الأغلبية، تتوالد وتتكاثر بسرعة فائقة فتعوض كل الخسائر . وهكذا يبقى عدد الأسماك الحية قارّا مما يضمن بقاء النوع .

ويتكون غذاء سمك الصحراء من الطحالب المجهريّة التي تبقى على الصخور في قعر الجداول والبرك . وقد طورت هذه الطحالب نفسها قدرة تكيفيّة تمكنها من تحمّل ظروف المناخ والبيئة الصعبة مما يجعلها تضمن بقاء بضعة ملايين من الشبوطيات كل سنة .

وبالنسبة لأسماك وطحالب الصحراء فإن الأمر يتعلق بمثال نموذجيّ للعزلة الوراثية الناتجة عن التغييرات المناخية . فقبل 30.000 سنة كانت بوادي ديث فالي هي بحيرة مانلي حيث كان سلف أسماك الصحراء يعيش بصفة عادية مقتاتا بالطحالب . إلّا أن ارتفاع الحرارة أدّى إلى جفاف العديد من الجداول وجزء هام من البحيرة تاركا بعض البرك والسواقي بما فيها من أنواع مازالت تقاوم من أجل البقاء في مواجهة الظروف البيئية الصعبة .



إن اسماك الصحراء وهي من فصيلة البطريخيات ، مثال نموذجي للتكيف البالغ التخصّص ، فهي تعيش في جيوب مائية صغيرة وفي جداول وبحيرات صغيرة بالمنطقة الواقعة حول ديث فالي بكالفونيا بالولايات المتحدة ، حيث ارتفاع الملوحة ودرجة الحرارة .

1 . بطريخ طويل ؛ 2 بطريخ ملحي ؛ 3 بطريخ نيفادا ؛ 4 بطريخ شعاعيّ .

الانسان والأنظمة البيئيّة الهجاهجيّة :

من ناحية الاستغلال الاقتصادي ، رأينا كيف أن الهجرات البحرية توفّر للانسان كميات وافرة من الأسماك التي يحصل عليها عن طريق الصيد . وتضاف إلى هذه المردوديّة ما تمثله البحيرات من مجالات ممتازة وخصبة لتربية بعض الحيوانات كالبوري والرخويات والأنقليس كما هو شائع في كلّ من إيطاليا وإسبانيا وتونس ويوغوسلافيا وجميع البلدان المتوسطيّة . كما يزاول الصيد المكثّف في البحيرات الشاطئية الشّاسعة ، في حين تعرف شعاب الأنهار ازدهار تربية الميديات أو بلح البحر والمحار وخاصّة في كلّ من هولندا وغاليس .

أما من وجهة نظر علم البيئة ، فإن الأنظمة الهجاهجيّة هي بدون شكّ الأنظمة المعرضّة بكثرة الى التّخريب من قبل الانسان . فالبحيرات الشّاطئية المغلقة التي لا تتصل بالبحر إلّا بكيفية متقطّعة وظرفيّة ، غالبا ما تستعمل كمستودعات للأزبال أو مصارف مياه البيوت والميازيب والبالوعات . وهناك بعض البحيرات الشّاطئية المفتوحة التي تنغلق لأسباب مختلفة خلال مدّة طويلة مما ينتج عنه سيرورة تمليح وتجفيف لا تنعكسان . كما أن بحيرات شاطئية أخرى تستعمل في أغلب الحالات كموانيء أو احواض ترميم وتنظيف ، وتتكوّن فيها حتميا موادّ زفتيّة ومَعدنيّة تبيد العديد من الأنواع النّباتية وتؤدّى إلى الهلاك السّريع للحيوانات .

ولاشك أن نفس المصير يترقّب المستنقعات وشعاب الأنهار وأوساط المدّ والجزر الهجاهجيّة ، حيث تكون أنواع الطّيور البحرية والمستنقعية بأكملها مهدّدة بالانقراض .

إن الانسان مسؤول عن عدة حالات تلوث خطيرة وخاصة بالنسبة للماء والمياه الأجاجة على الخصوص . ومما يزيد من العمل التخريبي الذي يقوم به الانسان انغلاق هذه المياه على شكل بحيرات شاطئيّة ، حيث يستعمل هذه الاحواض لتفريغ النفايات الصناعية . والنتيجة هي ما يظهر لنا في الصورة ، أي هلاك الأسماك .

الصورة الهامشية : زبد كثيف في بعض الأحواض ، وهو حامل للعديد من الجراثيم المضرّة .





في الصورة : تعتبر الملاحات مثالًا للنظام البيئي الاصطناعي الذي انشأه الانسان ، كما أنها نموذج للحالة القصوى للنظام البيئي الأجاج .

الصحراء. ومن الملاحظ أن البحار الشديدة الملوحة كالبحر الأحمر يحتوي على حيوانات كثيرة بينما تتوفّر بحيرات مالحة مثل البحر الميّت والبحيرة المالحة الكبرى بالولايات المتحدة على حيوانات وأنبتة فقيرة جدّا .

وتمثّل الحقول المالحة حالة خاصة ، وهي أوساط لا تكتسحها المياه الّا جزئيا ولفترات زمنية قصيرة ، و تكون جافّة تقريبا ومفرطة في الملوحة خلال أكبر قسط من السّنة . وقد طوّرت الأجسام التي تعيش بها قدرة على لفظ واتّقاء الفائض من الملح بمضاعفة وظائفها البرازية نظرا لأن الماء المتوفّر بالغ الملوحة ولا يمكن استهلاكه حيث يرغم الأجسام على البحث باستمرار عن ماء مستساغ . وفي الجيوب المائيّة النّادرة تعيش بصفة مؤقّتة بعض الهدبيات والدّولابيّات ومجدافيات الأرجل وبعض أنواع الحشرات .

ويتعلق الأمر في جميع الحالات بأشكال بريّة وقدرتها الفائقة على التّوالد والتّكاثر، كما هو الشأن في جميع الحالات البيئية القصوى . والحقول المالحة تستعمل كذلك في تربية الماشية حيث يرعى فيها المربّون ماشيتهم لكي يكون للحمها طعم خاصّ متميّز .

وتوجد حقول ملحية أخرى في المناطق المعنية أكثر بالايقاع الجزري أو بالمناطق الموحلة كشعاب الأنهار والبحيرات الشّاطئيّة . وتتطّور على أرضية هذه الأوساط البكتيريات والنّباتات المجهرية، وتأوي أعدادا هائلة من الطيور البحرية والمستنقعيّة .

الأنظمة البيئيّة القطبيّة :

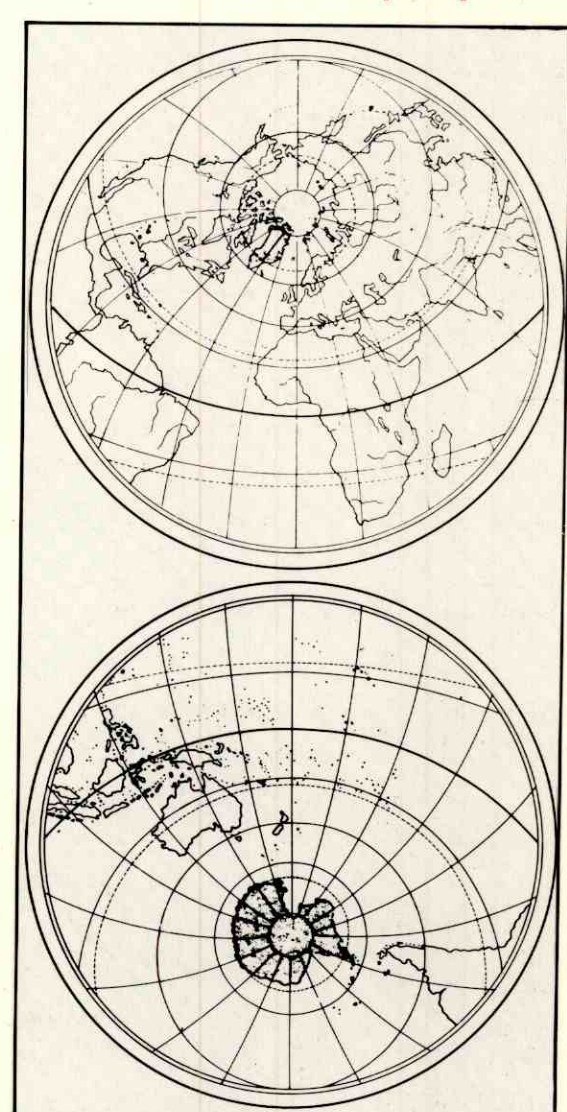
رغم كون المناطق القطبيّة الشّماليّة والمناطق الجنوبية منفصلة عن بعضها باختلافات جغرافية مهمّة ، فإنها تبقى موحّدة باشتراكها في العديد من الخصائص البيئية . ولهذا السّبب ، فإن الظّروف المناخية للقطبين تجعلهما يتوفّران على أوساط مماثلة تشترك بالخصوص في خاصيّة أساسية وهي ندرة الانسان عليها ، وذلك بالرغم من أن المنطقة القطبية الشّمالية (سيبيريا وكندا وسبيتزبيرغ وغرينلاند) محيطية ومحاطة بقارّات وجزر والمنطقة القطبية الجنوبية قاريّة ومحاطة بالمحيطات .

والحرارة في القطبين جدّ منخفضة وخاصة في الجنوب ، وهي تنخفض أكثر كلّما اقتربنا من نقطتي القطبين . ففي القطب الجنوبي تصل إلى خمسين درجة مئوية تحت الصّفر ولا تتجاوز الصفر درجة مئوية إلّا نادرا . وخلال فصل الشتاء تكون الشمس شبه منعدمة والضّوء خافت ماعدا في الأوقات التي تخترق فيها الشمس الأفق بعض الشّيء . ومن الواضح أن مثل هذه الظّروف لا تسمح بقيام تخليق ضوئي لدى النّباتات .

أما البحار فتبقى متجمدّة خلال إحدى عشر شهرا في السّنة كما تكون الأراضي مغطّاة بالجليد طوال السّنة باستثناء فصل الصّيف القصير الذي يشهد بروز أجزاء بعض الأراضي القليلة .

وفي مثل هذه الظّروف ، تتّسم الحياة الحيوانية والنّباتية بالفقر والافتقار إلى المجال اللّازم لانتشارها . ففي الجنوب لا تظهر إلا في الأطراف المتخلّصة من الجليد صيفا ، حيث يقتصر الانبات على الحزازات الصالحة لتغذية الكلومبوليات التي تصبح بدورها فريسة بعض القراديات . وبالاضافة إلى هذه المفصليات توجد هناك

رغم الاختلافات الجغرافية ، تبقى المناطق القطبية الجنوبية والقطبية الشمالية موحّدة من الناحية البيئيّة ، وهي تشكل النظام البيئي القطبي .







أيضا بعض الحشرات المنتمية إلى فصيلة مزدوجات الجناح القطبيجنوبية . وتقضي تلك المفصليات فترتها اليرقانية في سبات وهي محميّة بالثّلوج على شكل تجمّعات متمركزة . وفضلا عن هذه الحيوانات توجد هناك أيضا بعض الطّفيليات الخارجية على شكلها الحرّ أو البرّي الملتصقة بالطّيور والفقم ، وتتمثّل في البراغيث والبعوض والقراديات التي لا تدرج عادة ضمن مكونات الأنظمة البيئيّة البريّة . وهناك حيوانات أخرى كالفقم والطّيور لا تتمكن من الدّخول في دورة التّواشجات الغذائية لكونها تستمد أغذيتها من المحيط ولا تستغلّها المفصليات البريّة إلا إذا استحالت إلى جثث .

وفي الشمال يكون خطّ العرض أقل ارتفاعا مما يجعل الحرارة أقل انخفاضا وتكون للحياة فرص أكبر وإمكانيات للتّجلّي والانتشار . ففي سبيتسبيرغ وغرينلاند بالخصوص تنمو إلى جانب الطّحالب البريّة حزازات وأشن وعدة أنواع من باديات الزهر . وفي المناطق النّائية من القطب توجد كذلك التوندرا التي تسْتغل الصيف القصير أتم استغلال ، وتعيش بها حيوانات تفوق حيوانات القطب الجنوبي أعدادا وأنواعا وتتمثّل في الحشرات والطّيور التي تبني أعشاشها هناك قبل أن تهاجر إلى الجنوب ثم أصناف اللاّموس ونشالتها والثّيران الممسكة وكبار العاشبات التي تطاردها

من السهل الاعتقاد أن الحياة في القطبين نادرة، ولكنها في الواقع نشيطة وخاصة في فصل الربيع. وكما يظهر في الرسم السفلي فالتجمعات الحياتية كثيرة وتتمثّل في زعنفيات الأقدام والطيور والأكاتع والحشرات والأسماك والدببة القطبية التي تمتاز بخفتها ومهارتها في الصيد وتكيفها مع الطقس. ومن بين النباتات هناك الطحالب والأشن. أما في التوندرا عند حدود الأنظمة القطبيّة، فنجد المروج حيث تنتشر أشجار الصفصاف والسندر .



الذّئاب .

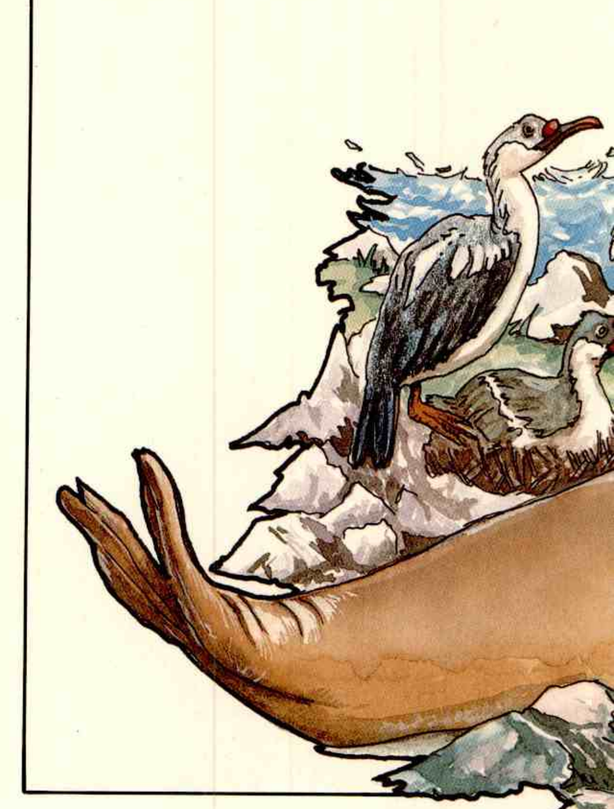
أما بالنّسبة للمحيطات فالوضعية في غاية الاختلاف : فندرة السّكن الانساني تتناقض مع النشاط البحريّ المكثف لأن انخفاض حرارة الماء يضاعف من كميّات أنهيدريد الكربون والأوكسيجين التي تساعد على انتشار إنبات علقي غنيّ جدّا يتكونّ من المشطورات والفرطسيات والطّحالب الأحادية الخلية التي تصلح كغذاء لمجذافيات الأرجل والعلق الحيواني . ومن الملاحظ أن الغفث يتّخذ هناك أهمية بيئية قصوى حيث يشكل تمركزات تبلغ آلاف الأطنان تعتبر الغذاء الوحيد للحيتان (بلين) . وتمثّل أنواع الغفث بصفة عامة غذاء الأسماك ورأسيات الأرجل والطّيور البحرية التي تكون بدورها عرضة لمطاردة الكواسر الزعنفية الأقدام كبعض الفقم وفيلة البحر والحوتيات كالأركة والعنبر .

وفي فصل الشّتاء لا يتم التّخليق الضّوئي ، مما يجعل العلق النّباتي يتنادر وينقرض ، فتضطرّ الحيوانات التي يتوقف عليه غذاؤها إلى المهاجرة الى أبعد نقطة ممكنة : فالحيتان مثلا تلجأ إلى البحار الاستوائية حيث تتناسل دون غذاء. وفي فصل الربيع تعود الدّورة من جديد وتتمكّن هذه المناطق الجرداء من تشبيك أهم التواشجات الغذائية في العالم .

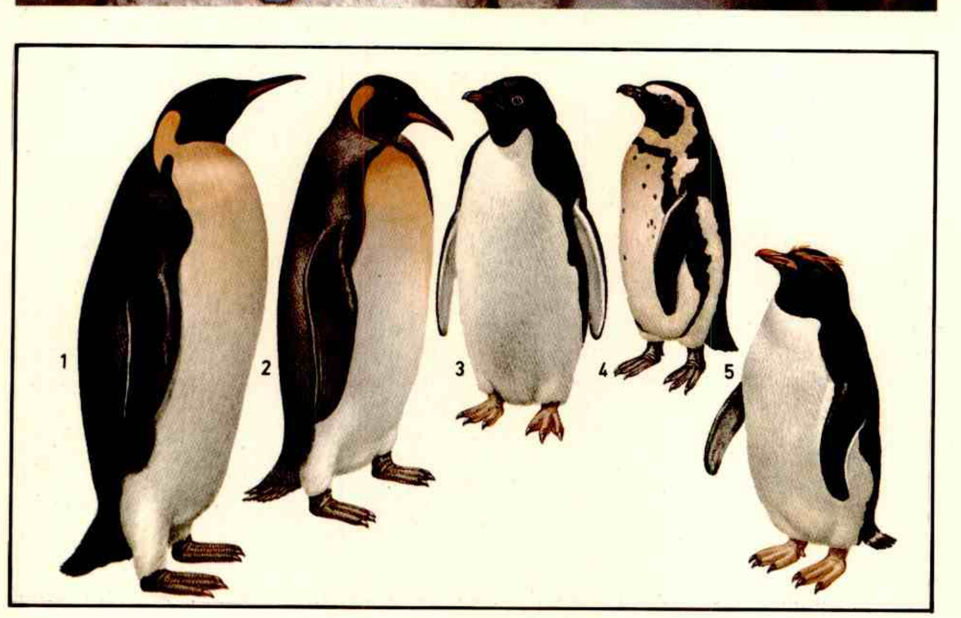
تضطر الحوتيات لمغادرة القطبين في فصل الشتاء ؟

في الصورة : الفقم وهي زعنفيات أقدام لاحمة، تتغذى بالأسماك، وتقع بدورها فريسة الدب القطبي الذي يطاردها بمهارة فائقة .

في الرسم : أكاتع تنتشر بالخصوص في المناطق القطبيجنوبيّة. وهي طيور غريبة عاجزة عن الطيران : 1 ــ أكتع أمبراطوري ذكر، 2 ــ أكتع ملكي، 3 ــ أكتع سديليا، 4 ــ أكتع الكاب، 5 ــ أكتع نطاط .







كيف تعيش أجسام الوسط التحأرضي ؟

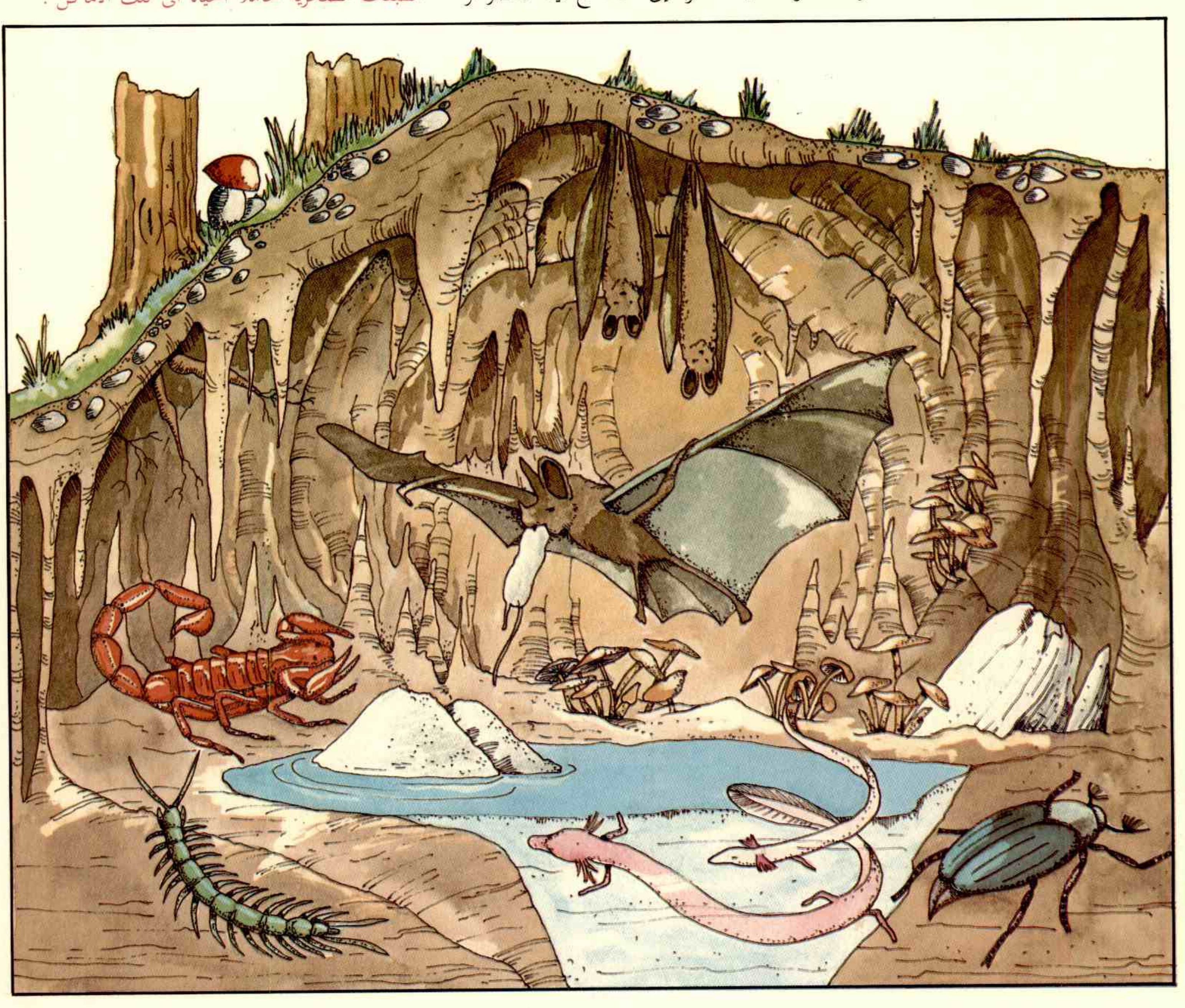
الأنظمة البيئيّة للكهوف والمغاور :

إن الطبّقات الصّخرية تشوبها في أغلب الأحيان شقوق ناتجة عن حركات بنيوية الأديم أو عن ظواهر كارستية . وتعيش بهذه الشّقوق حيوانات ونباتات من نوع خاص ، تتميّز بأشكال متميزة لم تنكشف بوضوح إلا من خلال استكشافات المغاور التي تمت في السنين الأخيرة .

ومن أهم خصوصيات الأنظمة البيئية للكهوف انعدام أو نقصان الضّوء . فالظّلام وارتفاع مستوى الرطوبة من العوامل التي تنشأ عنها وحدة حياتية خاصّة يكون فيها بقاء الأنواع مرهونا باستجلاب الموارد الطاقية الصّادرة عن العالم الخارجيّ . فالأجسام التي تعيش في المغارات تستعمل الموادّ العضويّة النّقيلة المتسربّة إلى هناك مع مياه الأمطار أو السّاقطة من سطح الأرض في حالة الهاوية أو النّاتجة عن نشاط الخفافيش . وتشكّل الخفافيش والوطاويط بفضل برازها أهمّ مصدر للطّاقة في المغاور التي تأوي اليها ، إذ تعيش على ما تلفظه من نفايا بكتريات وفطور ومفصليات أرجل وغيرها من الوحدات الحتاتية البرازيّة الكثيرة الأعداد .

كما توجد في الأوساط الكاهفيّة أشكال بريّة وأشكال

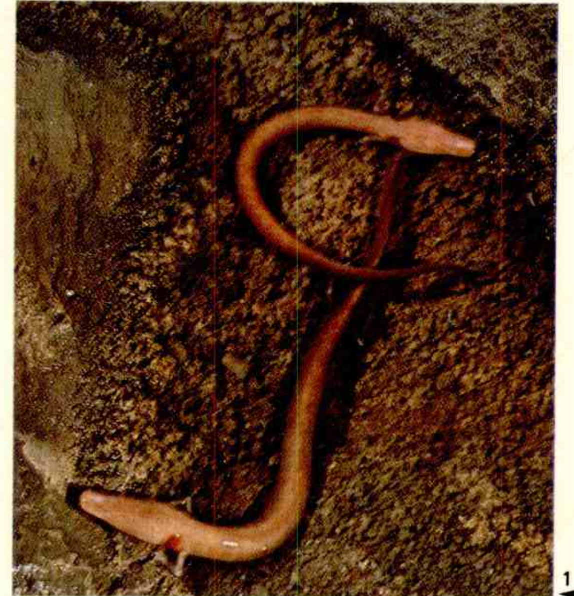
إن الأرض تحت أقدامنا تعجّ بالعديد من أنواع الحيوانات والنباتات التي تعيش في الظلام . فالوطاويط والعقارب والفطور والبكتريات والضفدعيات وبعض الأسماك تتخذ مأواها الطبيعي في ثنايا الأرض حيث يتسلّل الماء عبر الطبقات الصخرية حاملا الحياة الى تلك الأماكن .



مائيّة وهذه الأخيرة تتمكن من البقاء خارج الماء خلال مدّة متفاوتة الطّول بفضل ارتفاع نسبة الرّطوبة هناك .

وقد تمّ الاتفّاق على تقسيم الأجسام الكاهفيّة إلى ثلاث فصائل حسب درجات تكيّفها مع حياة المغاور : فمنها فصيلة تعيش في الأطراف العميقة من المغارات وتكون متفاوتة التّشاكل ومتميزة باستطالة الزّوائد والعمى وزوال الاصطباغ . أما الفصيلتان الأخريتان فبإمكانهما العيش في جميع أطراف المغارة ولكنّهما تفضّلان المناطق الواقعة عند مدخلها . وكما رأينا في الجزء الثّاني من هذه الموسوعة ، فالمغاور والكهوف كانت دائما ملجأ للانسان يحتمي به عندما تكون الظّروف المناخية غير ملائمة أو حين تحدث ظواهر جيولوجية مكثّفة ، وقد قام العديد من أنواع الحيوانات المتخصّصة بتقليد الانسان في هذا المجال للحفاظ على بقائها اتّقاء لأخطار الظّروف المناخيّة القاسيّة التي تهدّد حياتها . وهكذا وعبر القرون تحوّلت هذه الحيوانات داخل الطّبقات الأرضية العميقة ، لتنشأ عنها أنواع مازالت تعيش لحدّ الآن وتتوزّع بكيفية غير متكافئة .

أما السّلاسل الغذائية فتتميّز بالبساطة ، وهي تتشكّل أساسا من الأجسام الرّمامة كالفطور والبكتريات ومن الأجسام اللاّحمة كالقراديات ومغمدات الأجنحة والعقارب الزّائفة وغيرها . كما توجد في المياه الجوفيّة خيطيات وقشريات وأسماك وضفدعيات .



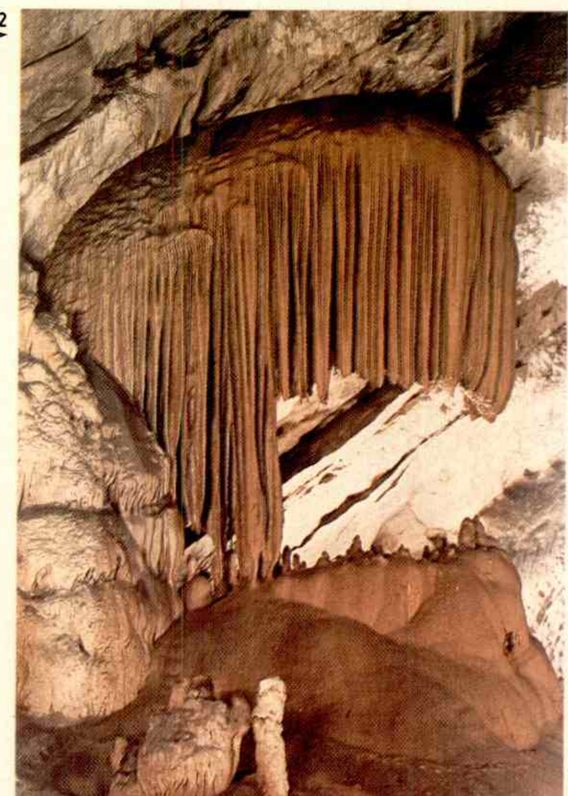
1

لماذا يكون الضفدع المبرقش أعمى ؟

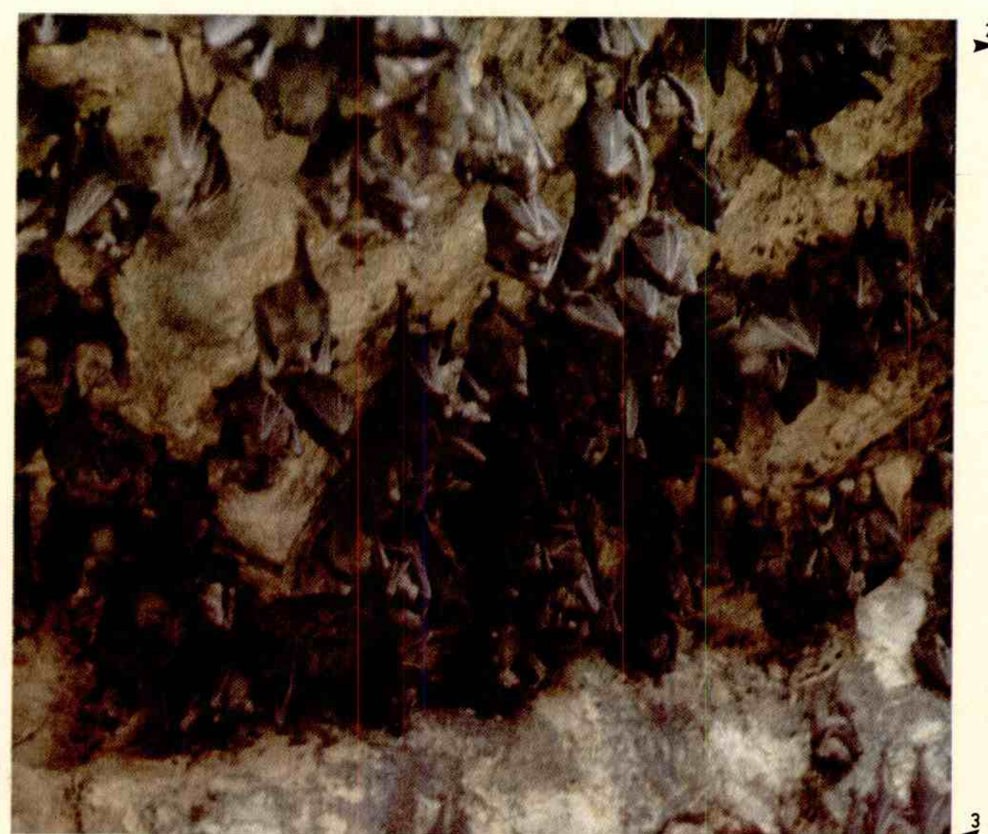
الصورة 1 : مغارة نموذجية يظهر تواجد الماء بها من خلال مايكوّنه كربونات الكلسيوم من تشكلات صخرية .

الصورة 2 : فترة من حياة وطواط ، وهي فترة استراحة تنتهي فور غروب الشمس وانتشار الظلمة حيث تبدأ فترة الصيد .

الصورة 3 : ضفدعان مبرقشان وهما من الضفدعيات العمياء المنتمية إلى فصيلة عديمات القوائم .



2



3

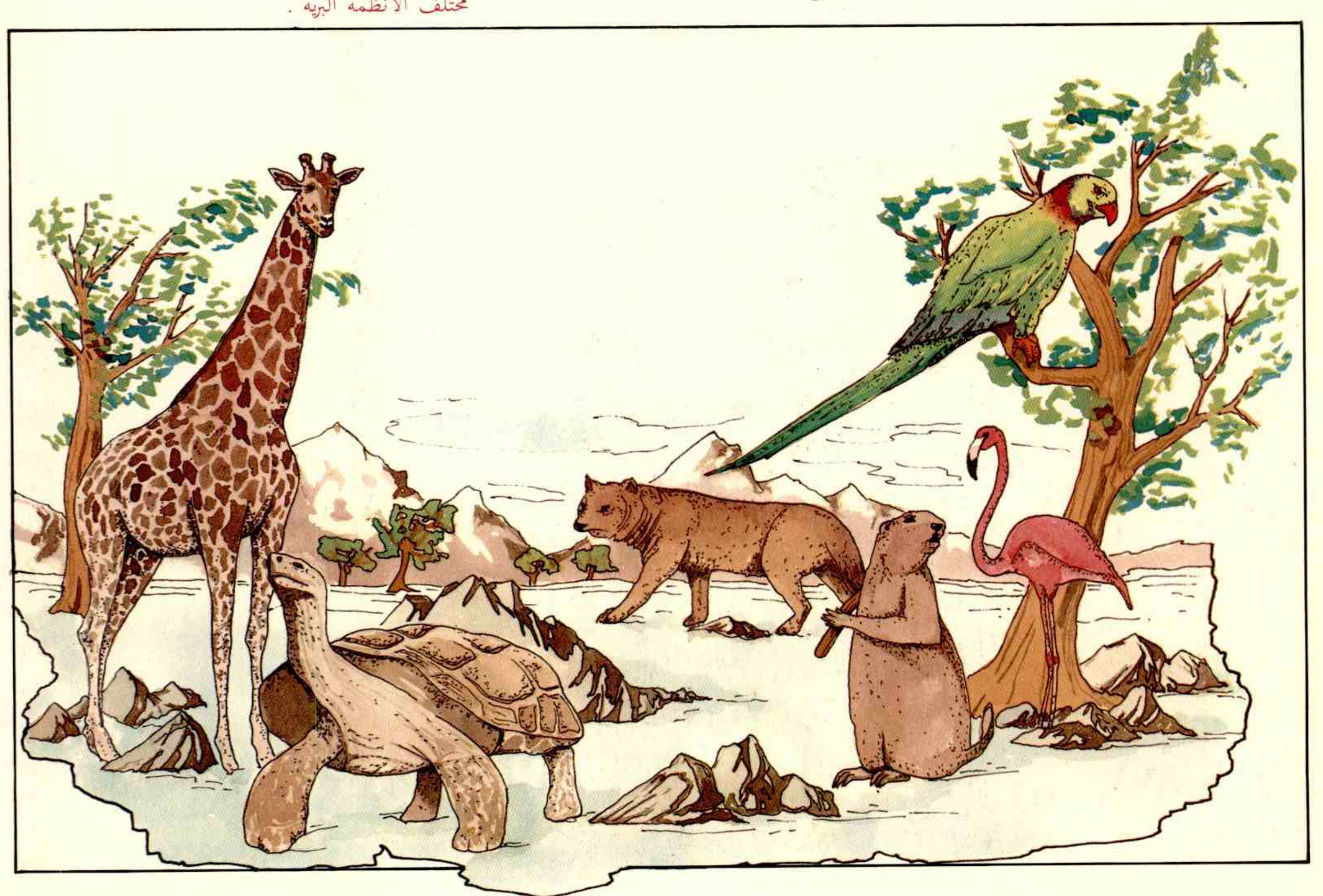
الأنظمة البيئيّة البريّة :

تقع الأنظمة البيئيّة البريّة في الطرف البارز من المحيط الاحيائي . وعلى عكس الأوساط المائية ، تتميّز الأنظمة البريّة بوجود مستمر وقارّ لأساس صلب وبضرورة توفّر أجسامها على بنيات تنفسّية نظرا لاتصالها الدائم بالهواء الخارجيّ .

وعلى غرار الحيوانات التي ذكرناها في إطار الحديث عن الأنظمة البيئيّة المائية ، فالحيوانات البريّة تنقسم بدورها الى عدّة أصناف ، فمنها المنتجة والمستهلكة والمخربة والمحوّلة . وتتنوّع هذه الحيوانات تبعا للخصائص المميّزة للنّظام البيئيّ وحسب المستوى الذي تعيش به ، أي في التربة أو على السطح .

وقد درج العلماء على تقسيم الأنظمة البيئية البريّة إلى ثلاث مجموعات أساسية وهي الغابات والبراري والصّحاري . وتتوفّر هذه المجموعات الثلاث على خصائص متماثلة في جميع الأقطار ولكنّها تتغيّر كثيرا باختلاف المناخات . وتختلف كلّ مجموعة عن المجموعات الأخرى بتربيتها وسكنها الحيواني ونباتاتها التي تختلف بدورها حسب تمركزات الأشكال التي تتكوّن منها .

إن الأوساط البرية هي أقرب المجالات الينا ، ولذلك فنحن نعرف الكثير من أسرارها ، ولكن هناك من الخبايا ما يفاجئنا أحيانا في محيطنا . في الرسم تثمل لا لتحمام مختلف الأنظمة البريّة .



الغابــات :

إن مناخ الغابات متوسّط الرطوبة ويتّسم بتغيرات حرارية متواضعة نسبيًا . وبالامكان تقسيم النّظام البيئيّ الغابوي إلى عدّة أنظمة بيئية صغرى نظرا لوجود تجمّعات مختلفة حسب نوعية نبت الحراج والتّربة والأعشاب والجنبات والأشجار .

وتكون التّغيّرات الفصليّة ذات أهميّة قصوى بالنّسبة للحيوانات والانبات ، باستثناء الغابة الاستوائية المطرية التي تبقى دائمة الخضرة .

الغابة المطريّة :

تحتلّ الغابة المطرية أو الاستوائية شريطا واسعا يقع على طرفي خطّ الاستواء ، وتتميّز بالخصائص البيئوية التّالية : استمرار الضغط المنخفض يمكن الهواء الرطب من التّصاعد ، ثم التّساقطات الغزيرة التي تتعدى مقاييسها في

رغم الأنشطة التخريبية التي يقوم بها الانسان منذ القديم ، فمازالت الغابات البرية كافية لاحتضان مختلف الأنظمة البيئيّة المتميّزة بتعدّد سكانها وكثرة أنواعها .

في الصور : 1 غابة مطرية كثيفة ، 2 غابة أوروبية معتدلة ؛ 3 غابة أمازونا وهي أوحش غابات العالم .







غالب الأحيان 2500 ميلمترا ، وتكون على شكل وابل غير منتظم ويوميّ ، ثم حرارة مستقرّة في أكثر الأحيان فوق عشر درجات مئوية لا تصاحبها إلا تفاوتات حرارية خفيفة ، ثم تربة خاصّة لا يجد فيها الدّبال الوقت الكافي للتراكم لكونه يتمعدن بسرعة تحت تأثير عمل مختلف الأجسام المجهرية ، ثم الأساس الصّلب للصّخرة الأم التي تميل إلى الخراب السريع متيحة بذلك للمياه ان تتسربّ عبر التربة .

وتتكوّن الغابة الاستوائية النّموذجية من أشجار دائمة الخضرة ذات علوّ يتراوح مابين ثلاثين وستين مترا تتشابك معها العارشات والمعايشات العشبيّة ، وهي تظهر على شكل تنضيد يشمل ثلاث رتب من الأشجار تتمثّل في طبقة الجنبات والأعشاب العالية وطبقة الجنبات القزمة والأعشاب المحفوفة . ومن أنواع الأشجار النّخيل والأشجار السّرخسية التي تزداد ارتفاعا وتفقد تفرعاتها الجانبية كلّما زادت نحافة .



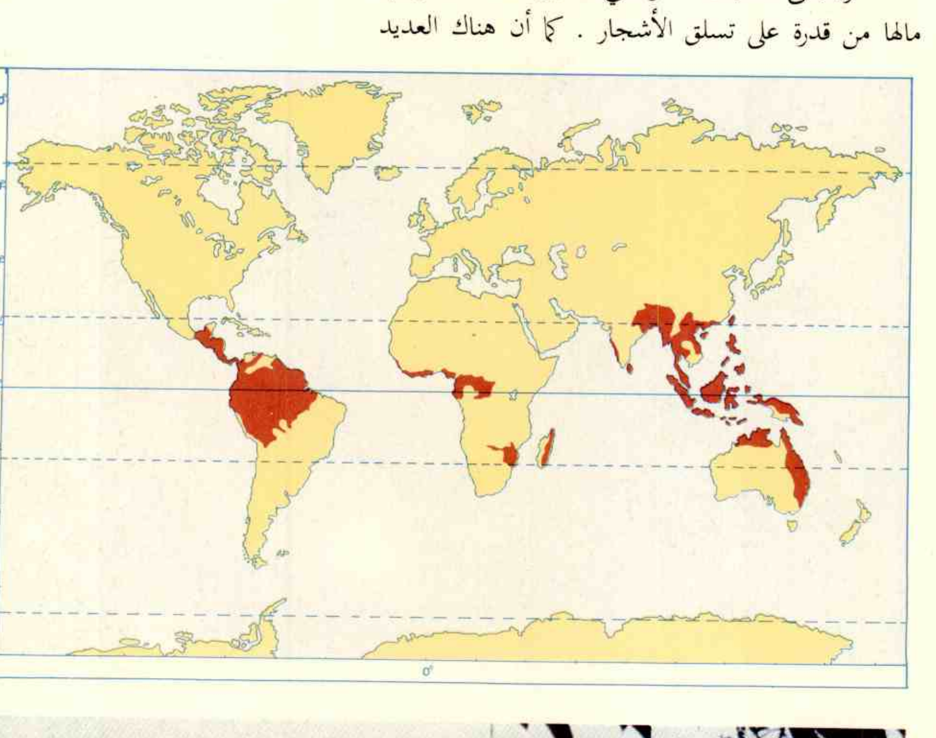
وعلى غرار النّباتات ، تتميّز حيوانات الغابة الاستوائية كذلك بالغنى والتنوّع من حيث الأنواع ولكنها فقيرة على مستوى الأفراد . وذلك راجع لارتفاع درجة التنافس والصّراع وإلى ميل مختلف الحيوانات إلى احتلال بيئات تبادلية تتكيّف دَاخلها تفاديا للصرّاعات والمواجهات مع الأنواع الأخرى .

ويتجلّى التكيّف النّموذجي للحيوانات بالأساس في مالها من قدرة على تسلق الأشجار . كما أن هناك العديد

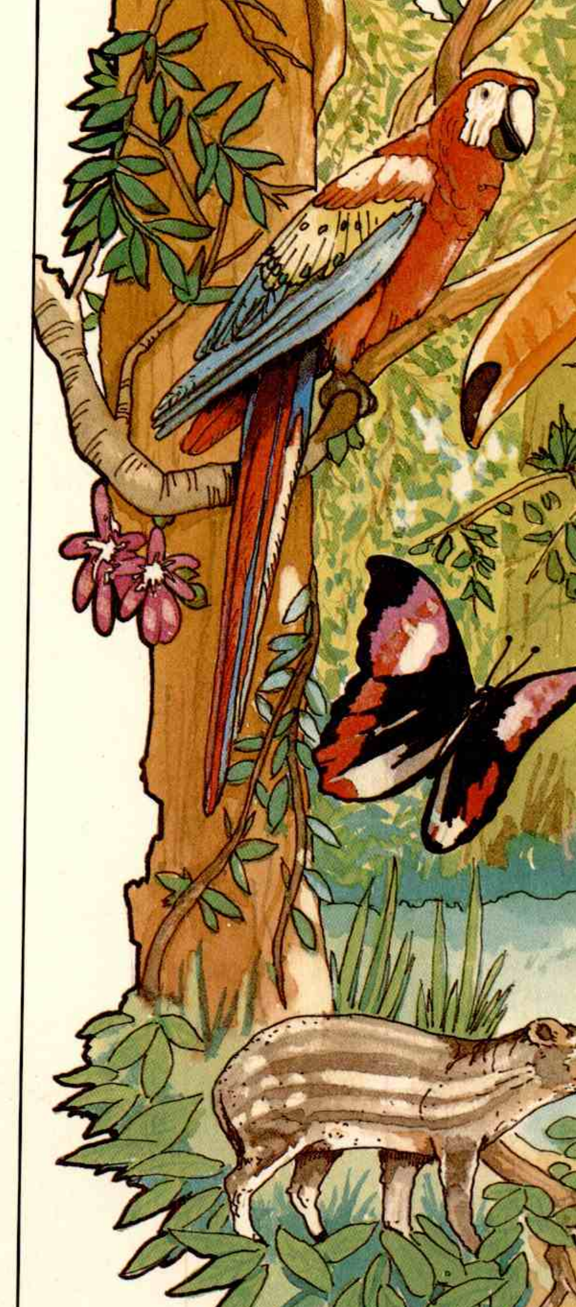
في الرسم الايسر ، توزيع للغابة المطرية في العالم ، ونلاحظ أنها تنتشر بالخصوص بين المدارين .

في الصورة ، الغابة الأمازونية الكثيفة ، لنلاحظ وضع الأشجار ، فهناك الجنبات والأشجار الباسقة والأشجار العالية وبعض الفرج النادرة .

في الرسم الأكبر ، وسط مداري نموذجي ويَظهر به طوقان وغراب وضُريْس وأصلة وقاطور ، وأوراق فكتورية وتابيرات ، وجذوع ضخمة .







ماهي خصائص الغابة المطريّة ؟

من الطّيور التي يبني بعضها أعشاشا معلقة والبعض الآخر يصنعها داخل تجويفات الأشجار . وذلك اتقاء لهجمات الكواسر والأمطار العنيفة . وهناك مظاهر تكيف أخرى تتمثّل في ضعف الثدييات . ومن الأمثلة على ذلك الأكاب وهو من حيث خلقته مزيج غريب بين الزّرافة والغزال وحمار الوحش ثم البرنيق القزم ، وحتى الانسان الذي يعمّر الغابة الاستوائية فهو يتميز بمقاييس جسمه التي هي دُون المعدّل كما هو الشأن بالنّسبة للأقزام الافريقيّين أو البيغمي . ومن بين خصوصيات حيوانات الغابة الاستوائية انعزالها الفردي الذي يرجع إلى ما تشكّله الأوراق والنّباتات من حاجز نباتي يعوق ازدهار الحياة الجماعية وتكون القطعان . وفي حالة الخطر فإن العديد من الأفراد المتنقلّة في مجالات محدودة وضيّقة قد تبقى حبيسة الأغصان المتشابكة مما يعرّضها لهجوم الأنواع النشّالة . وتشهد الغابة الاستوائية كذلك انتشارا وتطوّرت الحيوانات النّطاطة والزاحفة والأنواع ذات الطّيران السطحيّ القصير المدى .

وتعرف تشكّلات المنغروف المميّز عادة للغابة المطرية ، امتدادات شاسعة على طول سواحل الجزر الاستوائية وشبه الاستوائية وعلى سواحل كلّ من البرازيل وفلوريدا والسّينغال وأنغولا .

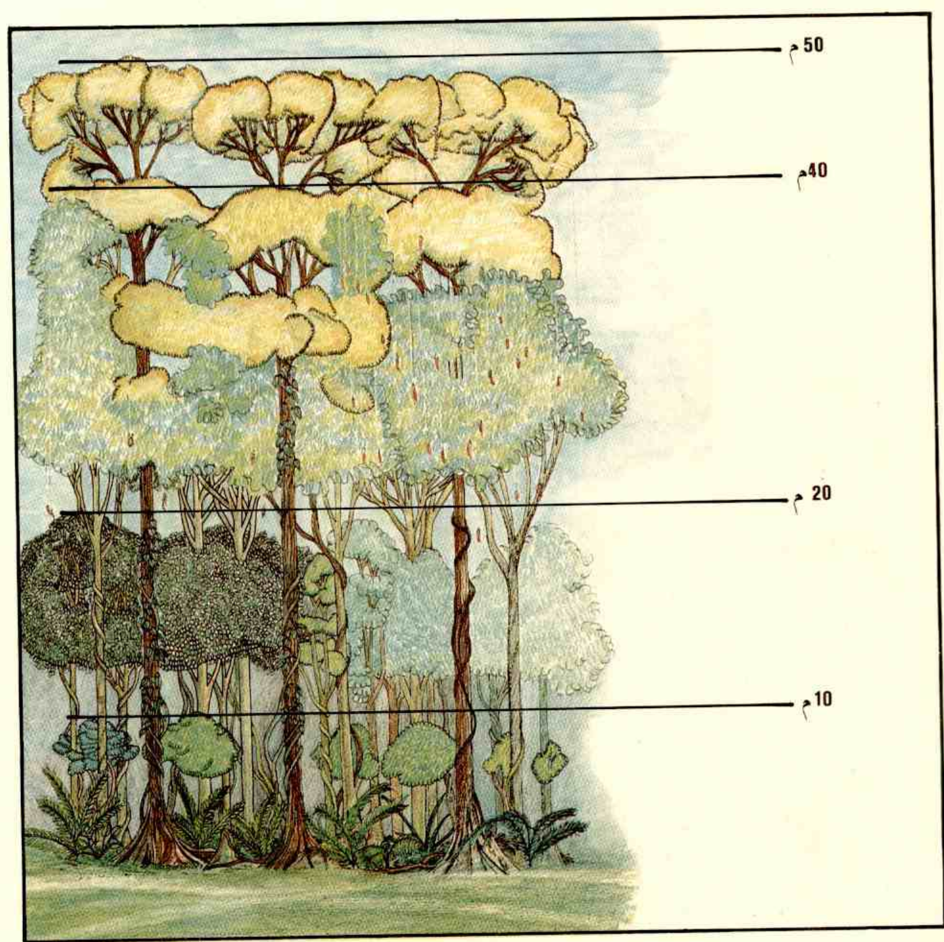
وتصنف الأشجار التي تتكون منها غابة المنغروف إلى عدّة فصائل تبعا للتّرب التي تستقر بها . ففي التّرب الجافّة توجد أنواع مثل البروغييرا والغيزوفورا والأكسيلوكاريوسن ، بينما في التّرب المغمورة بمياه المدّ والجزر منغروفات متميّزة إلى جانب الغيزوفارا . أما في الأراضي التي تستقبل مدّا وجزرا متوسّطيّ الارتفاع فتنتشر الافيسينيات ولا تتمكّن أي منغروفة من المقارنة والبقاء في مناطق يغمرها أقصى المدّ كلّ يوم .

ونظرا لقربها من البحر ، فإن ترب المنغروف تتّخذ

في الرسم : تنضيد لغابة مطرية : هناك نبت حراج مكوّن من نباتات منخفضة ظلّية وذات الوان داكنة ، ثم منطقة نباتات فاتحة ذات اتصال بالضوء وتعلوها جذوع عالية ، ذات أوراق فاتحة تنتشر فوق الغابة على ارتفاع يصل احيانا ستين مترا .

في الصورة : مثال للجذوع العالية . كل النباتات التي تستعمل الضوء تميل إلى التوجه نحو الشمس مستعملة مختلف الأساليب التي تتيحها ظروف استقرارها ، وعلو الساق من الأساليب الفعالة في هذا المجال .





خصائص مرتبطة بتأثير المياه ، ولكنّها تتميّز كلّها بنقص في الأوكسيجين وبتمركزات قوية من الهيدروجين المكبرت على شكل حبات دقيقة ، وهي في أغلب الحالات غنيّة بالدّبال الذي يتراكم ليشكّل ختّا من المنغروفات مكوّنة بدورها من جذور وألياف خشبية أخرى . وكلما زاد الاقتراب من البحر كلّما تضاعفت نسبة الملوحة بينما تزداد الحموضة كلما توغّلنا داخل الأراضي . وفي اتّجاه البحر تتراوح نسبة الموادّ العضوية مابين خمسة وخمسة عشر بالمئة بينما تصل في اتّجاه البرّ مابين ثمانين وتسعين بالمئة.

وتمتاز المنغروفات بقدرة تكيّف عجيبة ، وتعدّ الافيسينيا مثالا نموذجيا لذلك، وهي من الأصناف الولودة التي لا تعرف جنبتها أثناء نموّها فترة استراحة أو مرحلة بذرية .

وفيما يتعلّق بالحيوانات البريّة ، فلا توجد هناك الّا الثدييّات والطّيور والزّواحف والحشرات . وبالمقابل ، تكون الحيوانات البحرية أكثر غنى وتنوّعا ، إذ تشمل الرخويّات والقشريات والعضديات وبعض الأسماك التي اعتادت قضاء فترات طويلة خارج الماء .

وتدرج ضمن فصيلة الغابات الاستوائية الغابة المدارية المعروفة أيضا بالغابة الاستوائية النّافضة . وهي تمتدّ على المناطق التي تهبّ بها الرياح الموسمية ولذلك تسمّى لدى الانجليز بالغابة الموسمية ، وهذه الرياح فصلية ودورية تحمل صيفا تيارات حارّة ورطبة من البحر في اتّجاه الأرض وتهبّ خريفا من داخل الأراضي .

وتنمو الغابة الموسمية بالأساس على طول السّواحل السّبخية والأوساط الهجاهجية في المحيط الهندي . وتسمى في دلتا الغانج بالبنغال الدّيسة أو الغابة المتلبّدة الكثيفة ، وكذلك في مصبّ نهر الأسام وعلى طول السّواحل البيرمانية . ومن الأشجار التي تكثر بهذه الغابة السّاج ذو الخشب الصّلب والصندل وهما من الأشجار ذات مستويين يفقد أعلاهما كلّ أوراقه خلال فصل الجفاف بينما يحْتفظ المستوى الأسفل بجزء منها . كما توجد إلى جانب هذه الأشجار عارشات خشبية ومعايشات عشبية ، بينما المعايشات الخشبيّة تكون منعدمة تماما هناك ، وفي أميركا اللّاتينية توجد أيضا غابة مدارية ترتبط بوجود فصل رطب رغم أنه متبوع بصيف جافّ .

ومن بين الغابات الاستوائية هناك أيضا **الغابة الجافّة** الممتدّة على طول مناطق أقصى جنوب الولايات المتّحدة الأميركية مثل أريزونا وتكساس وكاليفورنيا ، وكذلك في المكسيك وفينيزويلا وكولومبيا وما وراء الأمازون ، إلى غاية المناطق الأرجنتينية الشّمالية . وتتميّز كلّ هذه المناطق بمناخات جافّة وتساقطات غير منتظمة ولكنها شديدة الكثافة .

ماهو سكن الغابات الاستوائية ؟



في الرسم : الحيوانات المميّزة للغابة المطرية : 1 طنان ؛ 2 ببغاء ؛ 3 و 4 كسلانان ؛ 5 أناكندة ؛ 6 سعلاة ؛ 7 غورلّى ؛ 8 هلوف ، 9 يغور ؛ 10 أرقط ؛ 11 أكاب ، وهو مزيج من حمار الوحش والظبي والزرافة ؛ 12 بيكاري ؛ 13 أسلوت ؛ 14 نمر ؛ 15 تابير ذو شبرق .

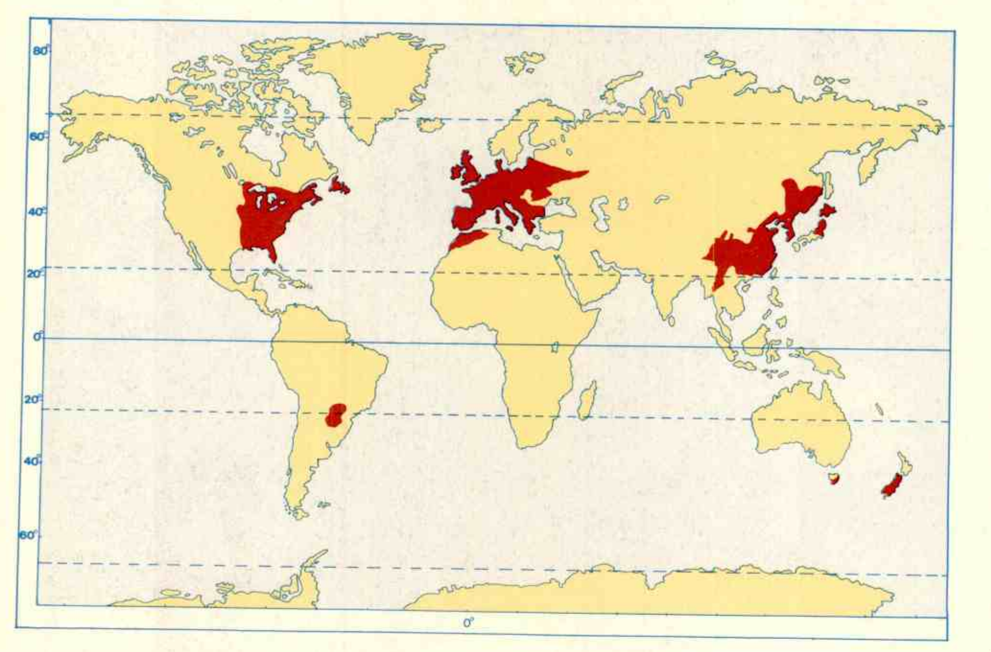


ويتطلّب المناخ الجافّ توفّر النّباتات على قدرات تكيفية خاصّة تجعلها تتحمل نقصان الماء وذلك بتقليص تنفّسها إلى الحدّ الأدنى عن طريق تضخيم بشرة وأغشية أدمة الأوراق المحفوظة عادة بالصّمغ ، أو بالاحتفاظ بجزء من الماء الذي تختزنه ولا تطلقه إلّا ببطء أو تمكّنها من إضاعة معدّل ستين بالمئة من مائها دون أن تجفّ نهائيا في انتظار فصل الرّطوبة حيث تستعيد حياتها النّباتية العادية . وفي بعض المناطق الجافّة بأمريكا الجنوبية ، تستعمل بعض هذه النّباتات لتغذية الانسان ولتوفير علف الحيوانات . وفيما يخصّ حيوانات هذه المناطق يمكن اعتبار نموذج فينزويلا حيث نجد بها معديات الأرجل ومتساويات الأرجل البريّة وعدد كبير من الحشرات والعقارب والعناكب بالاضافة إلى نوع خاص من الأرانب يعرف بالسّيلفيلاغوس ويحمور من نوع محلّي يسمى «الأودوكويلوس حيمنوتيس» وبعض الطّيور كالشّرشوريات والجواثيم والكَواسر اللّيلية .

الغابة المعتدلة المعبلة :

تعدّ الغابة المعتدلة المناخ والمعبلة ، أي ذات الأوراق النّافضة المتجدّدة كلّ عام ، من بين الغابات ذات الأهمية القصوى من حيث الامتداد الجغرافي والاستغلال الاقتصادي . فهي تحتل جزءا كبيرا من مساحة أميركا الشمالية وأوروبا الغربية وجنوب الشّيلي والصين الشّرقية واليابان . وفي كلّ هذه المناطق تكون التّساقطات غزيرة ومنتظمة التّوزيع على طول السّنة ، إذ تتراوح مابين معدل سنوي أدنى يصل 750 مم إلى أقصى معدّل يصل 1500 مم ، مع أنها تسقط في بعض المناطق على شكل ثلوج . أما الحرارة فتتراوح معدّلاتها الدّنيا مابين 12 درجة مئوية تحت الصفر في المناطق الشّديدة البرودة إلى 15 درجة مئوية في المناطق الحارّة . وبالمقابل ، فإن الحرارة البالغة الارتفاع تتراوح مابين 21 درجة مئوية و 27 درجة مئوية . وخلال فترة معينة من السّنة ، يسود الجليد الذي يدُوم طويلا كلّما زاد الارتفاع ، إذ يدوم حوالي مائتي يوم في البلدان الشّديدة البرودة ومابين ستّين وسبعين يوما في البلدان الحارّة .

وتتمثّل النّباتات المميّزة لهذه المناطق في الأشجار العريضة الأوراق التي تتساقط أوراقها خلال فصل الخريف أو الشتّاء في أغلب الحالات . كما توجد هناك جنبات قليلة إلى جانب نباتات عشبية جدّ متنوّعة تكثر بالخصوص في فصل الربيع حين تكون أوراق الأشجار مازالت في الطّور الأول من نموّها إذ تفسح المجال لأشعة الشّمس أن تنفذ إلى سطح التّربة . وعلى عكس الغابة المطرية فإن الأنواع قليلة في الغابة المعتدلة إلّا أنّها تتميّز ببعض التجمّعات المهمّة وخاصّة في أميركا الشّمالية بين أصناف السّنديان والمران والقيقب وبين القيقب والزّيزفون وبين المغنولية والسّنديان ، بالاضافة إلى تجمعات كثيرة أخرى .





الصورة في الصفحة جانبه : ابن عرس حيوان من أسرة الدببة رغم كونه جرابيًا . وهو يعيش في الغابات الاسترالية ويقتات بالنباتات .

الرسم اعلاه : توزيع للغابة المعتدلة المعبلة الأوراق في العالم . ونلاحظ انتشارها بالخصوص في كل من أوروبا والولايات المتحدة وجنوب شرق آسيا .

لماذا تفقد الغابات المعتدلة أوراقها في فصل الخريف ؟

وفي أوروبا وخاصّة منها الجزء الغربي الذي يستفيد من التّيارات الأطلسية التي توفّر الرّطوبة للبيئة المحيطة، تنتشر الغابات العريضة الأوراق أو منابت الزّان . أما في المناطق الدّاخلية الأكثر جفافا فتشهد كثرة الغابات العريضة الأوراق الشّمسية أو غابات البلّوط . وتختلط أشجار هذه الغابات بأشجار المران والدردار والبندق والقيقي والزّيزفون . كما توجد بها أيضا نباتات عارشة مثل اللّبلاب والجنجل وأنبتة حراج نخرة تضمّ أزهار البنفسج والزّغدة والسّحلبيات وغيرها .

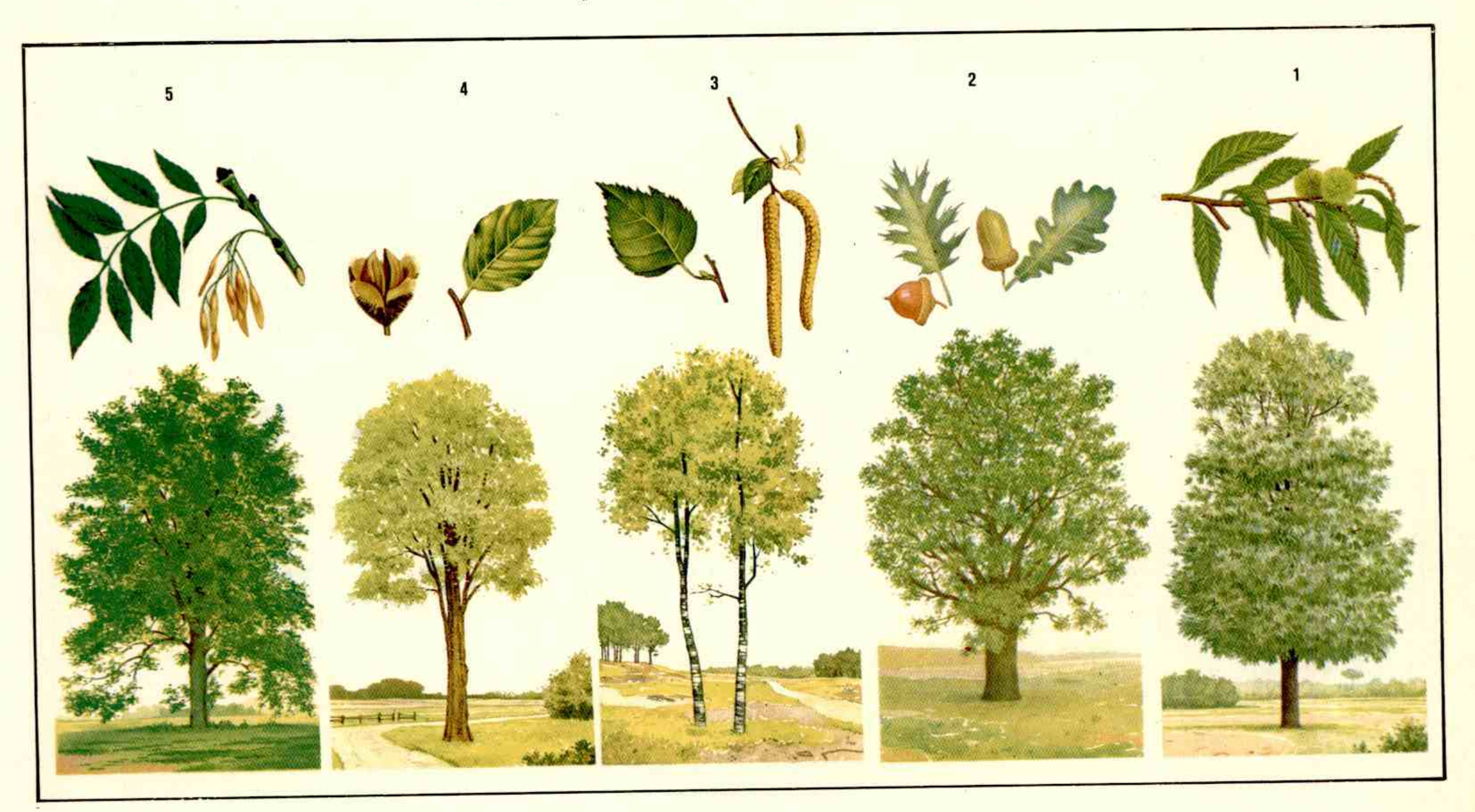
وكلّما زاد الاقتراب من آسيا ، كلّما تنوعت الغابات وتباينت طبيعة أنبتة الحراج . ويصل هذا التّنوع أقصى مستوياته في اليابان الذي يتوفّر بدون شكّ على رصيد متكامل ومتنوّع من الأشجار .

وعلى نفس الارتفاع، لا يشمل نصف الكرة الجنوبي المعتدل المناخ، إلا على أراضي ضيّقة وغنية بالمياه لا تتمكّن فيها الأشجار العريضة الأوراق من النّمو. وهكذا، فالشّيلي

في الصورة : منظر للغابة المعتدلة خلال فصل الربيع

الصورة أعلاه : اشجار الغابة المعتدلة خلال فصل الخريف ، وتتميز أوراقها باحمرار خاص .

أسفله : بعض النباتات المميزة للغابة المعتدلة : 1 الكستناء ، 2 السندان 3 ، السندر ؛ 4 المرّان ؛ 5 الدردار .



يعتبر نموذجا من هذا النوع بغاباته المعتدلة الرطبة والدائمة الخضرة.

وتواجد الاشجار فرض على الحيوانات المميّزة للغابات المعتدلة أن تقوم بتكيّفات مهمّة على مستوى بنيتها ووظائفها وتصرفاتها. فالسّنجاب المعروف بـ «تامياس ستراياتوس» مثلا يتعود العيش في الظّليل إلى درجة أنه يموت بعد دقائق من تعرّضه لضوء الشّمس. أما «الأنوري هيدلي» فله أصابع مزودة بأسطوانات لصوقة، كما أن القراع الأخضر يتوفّر على أظافر والسّنجاب على أصابع معارضة في حين يتوفر الأولوزوم على ذنب أخّاذ. وتتوفّر بعض الحيوانات على أغشية بين الأصابع تمكّنها من الكبح والسّحل، كما تتوفّر بعض الزّواحف على قشور متحركة وبعض السّناجب على أذناب كثيرة الزّغب. وتقع فترة تناسل كل هذه الحيوانات في فصل الربيع وفي بداية فصل الصيف مع أن بعض الحيوانات تتناسل خلال فصل الخريف ومنها الوطاويط أو في فصل الشتاء كما هو الشأن بالنّسبة للسّناجب والخفافيش. أما مشكلة البرد القارس خلال فصل الشتاء فتحلّها الحيوانات كلّ حسب أسلوبه الخاص: فهناك أنواع تهاجر نحو مناخات أكثر حرارة واعتدالا وأخرى تلجأ الى السّبات وأخرى تتجمّع على شكل مجموعات متماسكة والحيوانات المميّزة في الواقع للغابة المعتدلة المناخ هي الغرير والأوبوسوم في أميركا والدّب الأسمر في أوروبا والدّبّ الأسود في أميركا والأيل الأسمر واليحمور وعدد كبير من القوارض وأكلة الحشرات والضّفدعيات والزّواحف. وفي الصّين الشمالية، يوجد كذلك النّمر (نمر مندشوري) والذّئب والأيل العملاق والأيل القزم والقط الوحشّي والتدرج والزّواحف والضّفدعيات. وفوق التربة نجد مغمدات الأجنحة والحشرات والقراديات والعقارب الكاذبة والعناكب.



الحيوانات المميّزة للنظام البيئي في الغابة المعتدلة المعبلة الأوراق.

الصورة أعلاه: الذئب الاوروبي.

الرسم جانبه: 1 الدب الامريكي الأسود؛ 2 تدرج؛ 3 غرير؛ 4 الدب الاوروبي الأسمر؛ 5 أيّل أسمر؛ 6 أيل؛ 7 ذئب؛ 8 ثعلب قطبي؛ 9 يحمور؛ 10 نمر؛ 11 أوبوسوم (أنثى رفقة صغارها).

لماذا تكتسي الغابات الدائمة الأوراق أهمية اقتصادية ؟

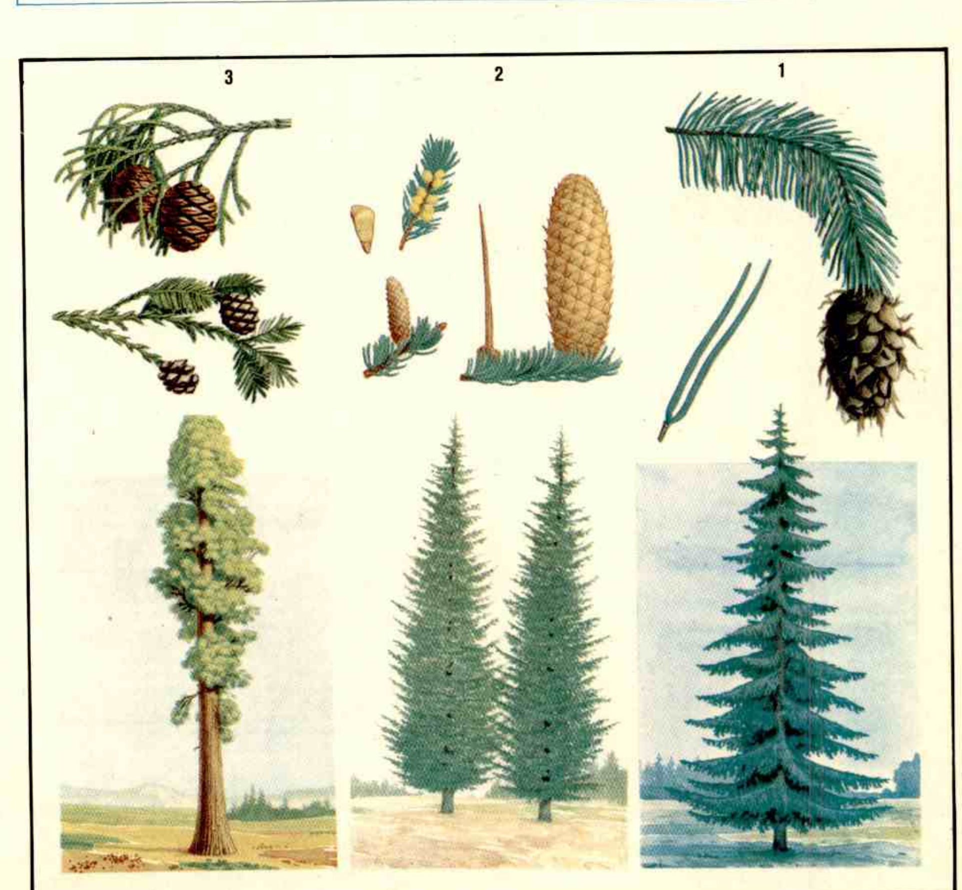
الغابـة ذات الأوراق الدائمـة .

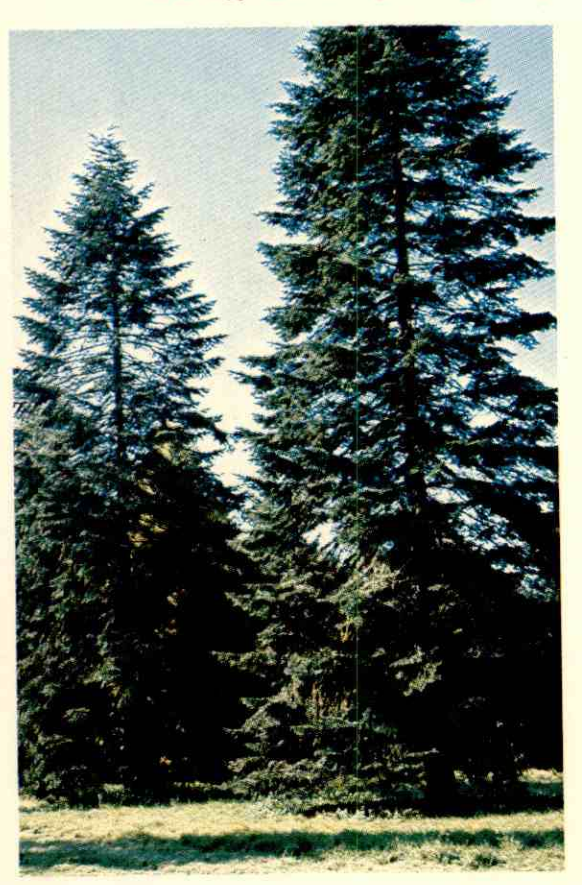
أما الغابات ذات الأوراق الدّائمة فتقع في المناطق الدّاخلية من القارات وخاصّة في نقط نصف الكرة الشّمالي المتميّز بفصول شتاء قارسة مثل سيبيريا حيث تعرف **بالتّايغا** وأميركا الشّمالية وأوربا الشّرقية . ويتكوّن هذا الصنف من الغابات من أشجار ذات أوراق دائمة تبقى دَائما خضراء (ماعدا بالنّسبة للأرزية) كما أنّ لها لحاء سميكا وغنيا بالصّمغ يقوم بدور وقاية الأشجار من البرد الشتوّي القارس المكثّف وهو دور يسهّله الثلج . وهذه الغابة ذات مظهر مغلق ولا تتوفّر سوى على جنبات نادرة وقليل من الأعشاب تفصل بينها امتدادات أرضية عارية تتخلّلها مستنقعات .

ورغم هذه الخصائص السّلبية فالغابات الدّائمة الأوراق أو التّايغا تعرف امتدادات شاسعة تقدّر بنسبة 16،5 بالمئة من الأراضي الطّافية . ومن جهة أخرى فهي غابات يسهل على الانسان اقتحامها واستغلالها بكثافة للحصول على الخشب الصّالح للبناء أو المستعمل كمادّة أولية في صناعة الورق .

الرسم جانبه : توزيع للغابة ذات الأشجار الدائمة الأوراق : 1 صنوبر من الصنف الشمالي ؛ 2 تنّوب مفضّض ؛ 3 سِكوا وهو من الأشجار العمالقة يصل قطره أحيانا عشرات الأمتار .

في الصورة : منظر لغابة ذات أوراق دائمة





أما الحيوانات التي تعيش هناك فهي متعوّدة على التغيّرات الطّقسية الفصليّة . ومن أشهرها الرنّة الكندية والسّموريات ومنها القاقم والفيزون ثم الأرانب البريّة والسّناجب والدُبّ الأسمر والأوس والقندس والثّعلب والقضاعة والذئب القطبيّ وخروف دال .

كما أن هناك حيوانات صغيرة تفوق كبار الثدييّات عددا ، وهي تعيش تقريبا على استغلال الصّنوبريات التي تتغذّى بحبوبها . فالمُصَلّب مثلا عصفور ماهر في اقتلاع حبوب ثمار الصّنوبر .

وتشهد الغابة كذلك انتشارا موسميا للحشرات تتغذّى من لحاء وأوراق الأشجار وخاصة في الأماكن التي توجد بها غابات ذات أشجار من نوع خاصّ .

في الغابات ذات الأوراق الدائمة بكندا يعيش حيوان صغير يعرف بالقندس . وهو من القواضم الشهيرة بفرائها الممتاز ، يعيش في جحور يبنيها في الماء ويحميها بسدود صغيرة يصنعها من خشب الغابة الذي يقضمه . ويظهر من خلال الرسم أن الجحر لا تهدّده سوى القنوات الفائضة ممّا يجعل القندس يهتم كثيرا بمستوى المياه .

الصورتان الهامشيتان : 1 . لانوس فيترويلا
2 . السهوب الشمالية

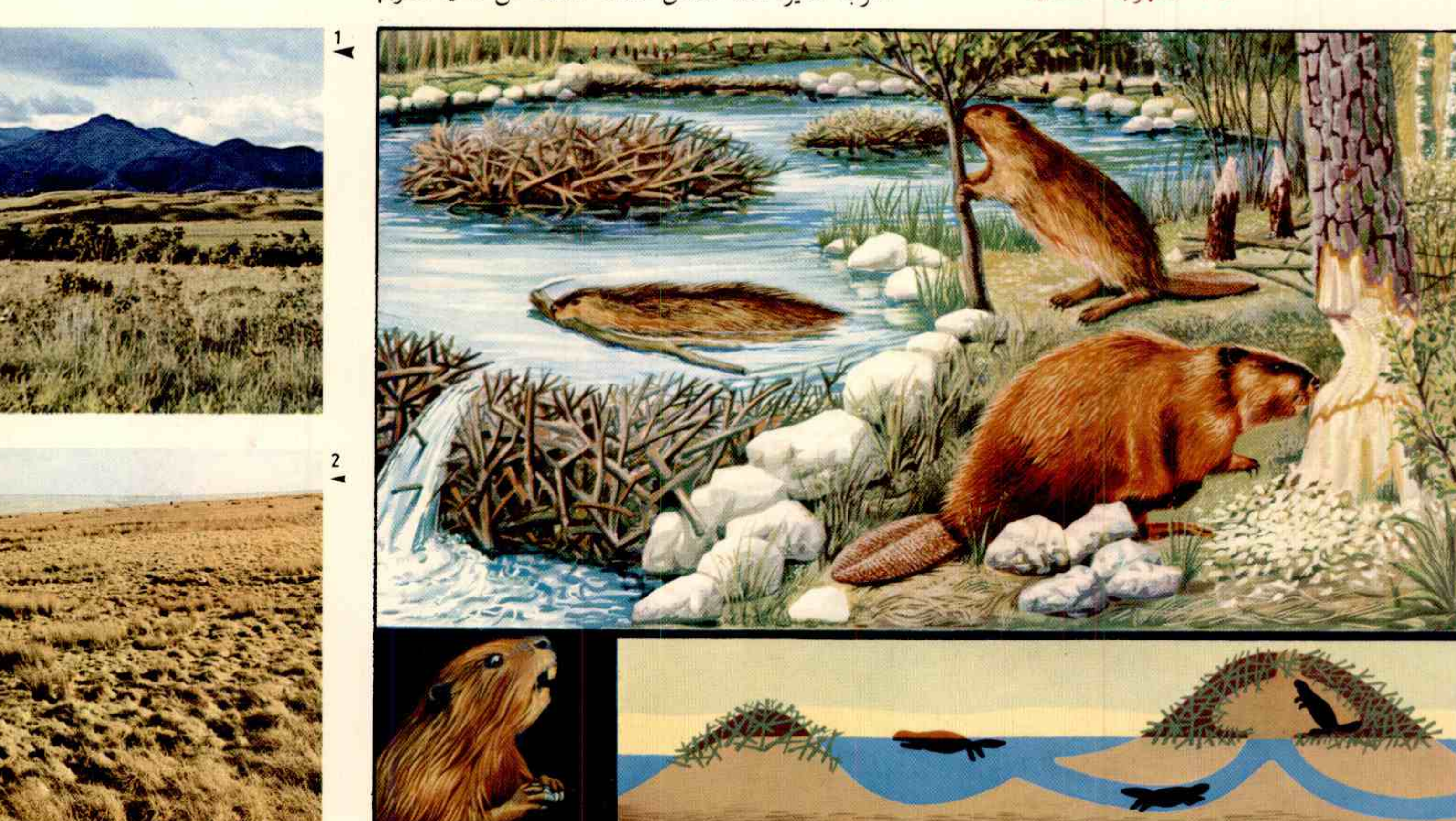
المــروج :

في المناطق المعتدلة التي يتراوح فيها معدل التّساقطات السنويّة مابين 250 و 75 ميلمترا ، والمناطق التي تكون فيها نسبة الأمطار منخفضة لا تكفي لتحقيق نموّ الأشجار. أو مرتفعة جدّاً حيث لا تغزوها الصّحاري، في هذه المناطق يتطوّر نظام بيئيّ من نوع خاص، هو نظام المروج.

وتمتدّ البراري على كلّ القارات رغم أن عناصرها النّباتية وأسماءها تتغيّر من قطر إلى قطر . ففي العالم القديم ، تتمثّل في شريط عشبي يمتد من إفريقيا الجنوبية إلى آسيا ومنغوليا مرورا بالجنوب الشّرقيّ من روسيا . وفي أميركا تمتدّ من المكسيك إلى كندا ، وعند شرق الجبال الشّرقية في نفس الظّروف المميّزة للجبال الصّخرية نفسها ، بينما في العالم القديم ، تنمو على شكل سهوب وقبافي . وفي فينزويلا تتّخذ المروج مظهر السّباسب وتعرف «باللّانوس» وهي سهول عشبية ، وتسمىّ في الأرجنتين «البامباس» وفي البرازيل «الكامبوس» . أما بالنسبة لأستراليا فهناك بعض أشكال السباسب في بعض المناطق الدّاخلية .

ونظرا لكون الأمر يتعلّق بأوساط غاية في التّباين والاختلاف من حيث خطوط العرض وعامل الامطار ، فإن التّرب المميّزة لهذه المناطق مختلفة كذلك من ناحية تكوينها

لماذا يبْني القندس جحره في الماء ؟



وإمكانيات استغلالها . وهكذا فالأماكن ذات النّباتات العشبيّة الوافرة والتي تعيش فصول شتاء باردة وفصول صيف حارّة ، تكون تربتها سوداء (تشيرنوزيوم) أو من نوع «أك» ، المكوّنة من الطّمي أو الغرين وهي تربة صفراء تستقرّ بعد التّجليد بينما التربة الحمراء تستقرّ في الفترات البيجليدية . وبالمقابل ، ففي المناطق التي يتراوح فيها عامل الامطار مابين 15 و 30 ملمتر، توجد ترب شبه جافّة ذات لون رمادي أسمر وكثافة من النّوع السّهبيّ والمتكوّنة من الطّين الصّادر عن تفتّت الكلس ومن الجزئيات التي تحملها الرّيح الى المناطق الصّحراوية . ومن الواضح أن مثل هذه المناطق تجاور المناطق الصّحراوية . ويتعلّق الأمر بترب غنيّة بالكلسيوم وبتحترب معقّدة تصلح أساسا لزراعة الحبوب. وفي الولايات المتّحدة توجد ترب خاصّة ذات لون أسمر تنبت بها أعشاب قصيرة وهي ذات مناخ يتراوح مابين الجافّ والشبه الجافّ ومن المعتدل الى البارد ثم تأتي بعدها ترب مورّدة تتميز بأعشاب عالية متجمّعة على شكل باقات ، وبمناخ يتراوح بين الجافّ وشبه الجافّ وبحرارة تتراوح مابين المعتدلة والمرتفعة جدّا ، كما توجد بها أيضا ترب كستنائيّة ذات أعشاب قصيرة أو طويلة ومناخ يتغيّر من شبه جافّ إلى معتدل ثم بارد، وهناك أيضا ترب مختلطة كستنائيّة ومورّدة تنمو بها الأعشاب والأدغال المختلطة وتتميّز بمناخ يتأرجح مابين الظّروف الشّبه الجافّة والشّديدة الحرارة .

وكما قد يتبادر إلى الذّهن فالنّباتات المميّزة للأنظمة البيئيّة المرجية تتمثّل أساسا في النّجيليات . أما الحيوانات التي تشتهر بها المروج فتتكوّن من كبار العاشبات مثل الخيول والبيسون والظّباء والجاموس ونشالاتها الطبيعية . وقد تكيّفت هذه الحيوانات مع حياة المروج إلى درجة أنها تنتمي إلى رتب مختلفة كما تشترك أحيانا في نفس الخصائص . فمثلا هناك بعض الثدييّات التحأرضية التي

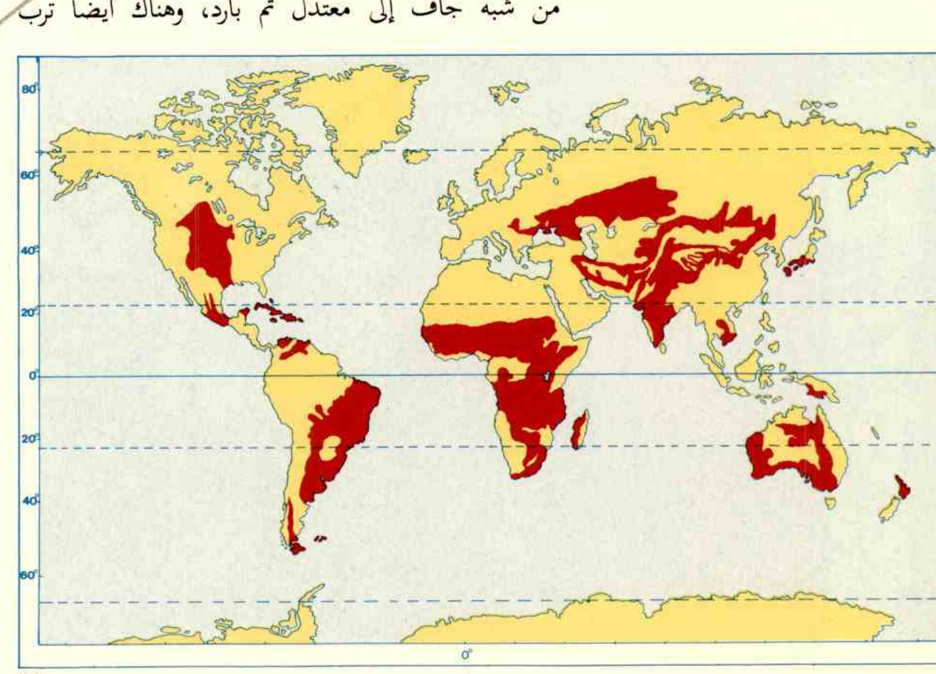
في الرسم : توزيع للانظمة البيئية للمروج في العالم ، وتتمثل في السبسب والسّهب والسهل المعشوشب والمروج الامريكية ، وتشترك كلها في نفس الخصائص والظروف البيئيّة .

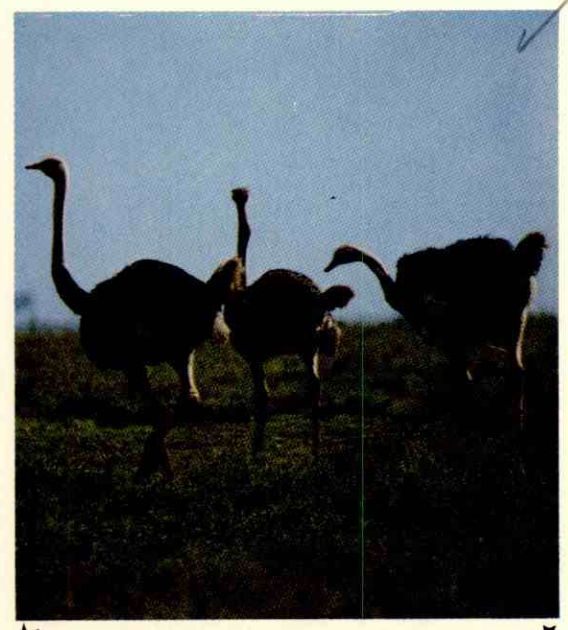
الصورة 1 : نعامات في السبسب الافريقي ،

الصورة 2 : قطيع خيل في أحد المروج

الصورة 3 : قطيع ألبكات في نظام من نوع اللانوس .

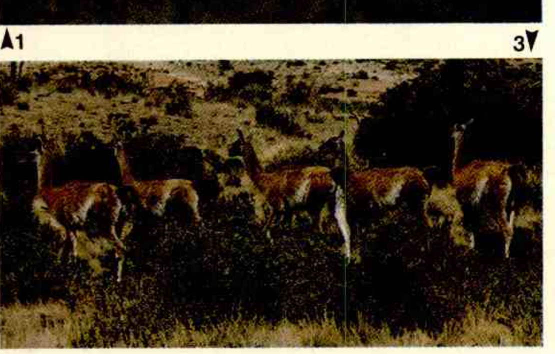
ويتميّز النظام البيئي للمرج بامتداد الأراضي وندرة الأشجار ووفرة النجيليّات المزروعة والمستعملة كغذاء للقطعان .





1▲ 3▼ 2▼





كيف يتمّ الانتقال من الغابة إلى السُهْب ؟

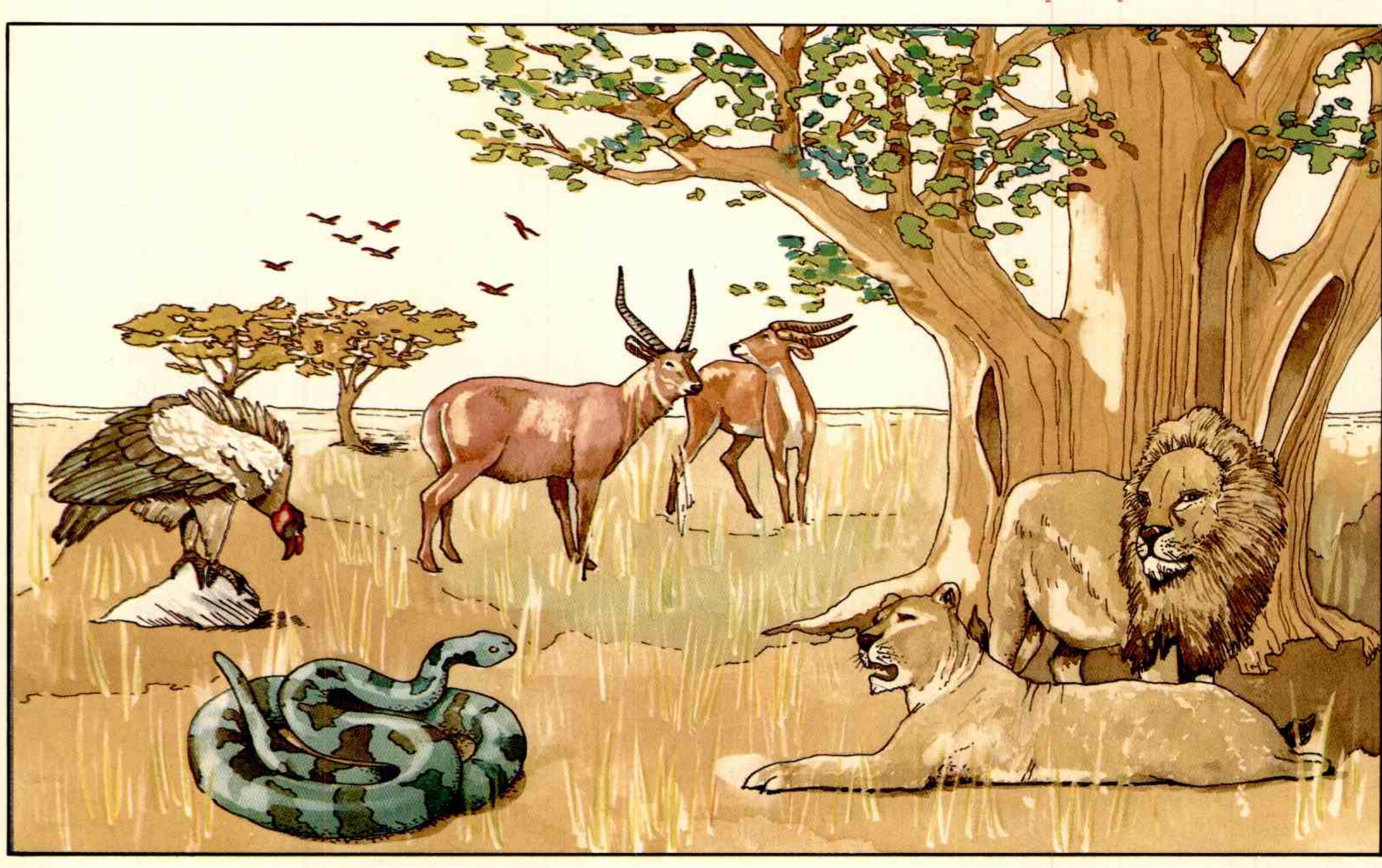
تقتات من النّباتات إلى جانب حيونات لاحمة تتغذّى بغيرها من الحيوانات ، ثم حيوانات أخرى تعيش تحت التراب وتأخذ غذاءها من السّطح . وهناك أيضا بعض العداءات النّباتية وأخرى لاحمة وبعض القفازات النّباتية وأخرى لاحمة . ونظرا لاتّساع المرج وشساعة أطرافه ، فهو يسهّل تكوّن قطعان تمثّل أشكالا أخرى من التكيف .

ومن البديهي أن التواشجات الغذائية ترتكز أساسا على النّباتات التي تقتات بها الحيوانات العاشبة ونشالاتها اللاّحمة بكيفية غير مباشرة . ونظرا لكون عدَد العاشبات يفوق بكثير عدد النشّالات ، فإن الأولى هي وحدها القادرة على ايقاف التّواشج باستغلالها المكثّف للغطاء النّباتي . ويحدث ذلك مثلا حين تشترك عدّة أنواع في نفس الأذواق الغذائية . وفي مثل هذه الحالة ، تستغلّ المراعي بكيفية مكثّفة مما يؤدّي إلى انقراض الأعشاب المتوسّطة التي تعوّضها الأعشاب القصيرة في مرحلة أولى ثم الأعشاب الزّاحفة في مرحلة ثانية إلى أن تنشأ هناك وضعية حتّ تعطي أرضا جرداء .

والسّبسب مرج من نوع خاصّ به أشجار متفرقّة أو متجمّعة على شكل أجمات صغيرة . وهو يمتدّ على المناطق ذات عامل إمطار يقلّ عن 500 ميلمتر ، أو في

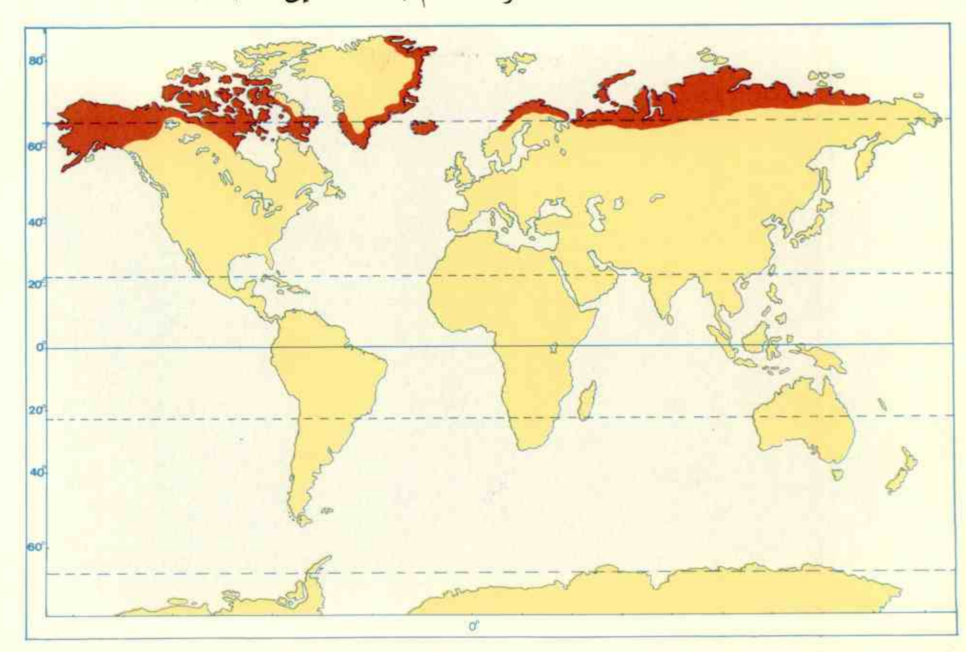
الصورة أعلاه : السبسب وسط شاق يَكتسي فيه الصراع من أجل البقاء طابعا عنيفاً . وتعتبر الأسود سادة السبسب ، وهي دائما تسعى إلى عزل الحيوان عن القطيع قبل مواجهته والفتك به .

الصورة أسفله : وسط سبسبي نموذجي



المناطق الحارة ذات معدل إمطار يتراوح مابين 1000 و 1500 ميلمتر ولكن فصل الجفاف يكون بها طويلا جدّا .

ويمكن القول إن مستوى التّساقطات والمسافة التي تفصل المنطقة عن خطّ الاستواء من العوامل المحدّدة لنوعية النّباتات وبالتالي لنوع النّظام البيئيّ لتلك المنطقة . وهكذا ، فعندما نبتعد عن خطّ الاستواء تقل الأمطار وتطول مدّة فصل الجفاف،ويتم الانتقال من الغابة المطرية الدّائمة الخضرة إلى الغابة المدارية الخضراء خلال فصل الأمطار فقط ثم بعد ذلك إلى الغابة الجافّة.





وبعد ذلك تبدأ الغابة الجافّة في التقهقر إلى أن تتحوّل إلى سبسب ثم إلى سهب وفيفاء .

وتوجد أهم الامتدادات السّبسبية في إفريقيا حيث تتشكّل أساسا من النجيليّات التي تضاف إليها أشجار السّنط أو الميموزا والباأوباب والنّخيل والفربيون وبعض القطانيات التي تظهر بالخصوص خلال فصل الأمطار ثم بعض المستدرّات والزّنبقيّات .

وعلى مستوى العالم الحيوانيّ ، تسود في تلك المناطق أنواع الحافريّات كالزّرافة وحمار الوحش والظّبي والنّر وهو نوع من بقر الوحش ، وهي حيوانات مرتبطة بنشالاتها اللاّحمة مثل الأسد والفهد . كما توجد هناك مجموعات كثيرة من الحشرات وخاصّة خلال الفترة التي تبنى فيها الطّيور أعشاشها .

وفي أستراليا ، توجد الشّجرة القنينة الشّهيرة إلى جانب الجنبة الكثيفة والقصيرة المعروفة «بالشروب» . أما الحيوانات المميزة للمنطقة فهي القنغر والرّوحاء .

ومن خلال بعض المظاهر الخارجية ، للنّظام البيئيّ للتوندرا الذي تحدثنا عنه سابقا ، فهو يشبه النّظام البيئيّ للمرج وخاصّة من حيث ندرة النّباتات التي لا تغطّي سوى المناطق المسطّحة التي لا تشكو من قلّة المياه .

وتتميز التّوندرا الجوقطبيّة (بالقطب الشّمالي) بفصل شتاء طويل وبارد وفصل صيف لا يدوم سوى شهرين . وتكون تربتها جليديّة ماعدا في فصل الربيع حيث يذوب الجليد جزئيا في الطّبقات السّطحيّة . ولا تتمكن المياه المطرية والصّادرة عن الثلج المذاب من التسرّب إلى التّربة ، ولكنّها تبْقى مستقرّة على السّطح لأن الحرارة المحيطة لا تتيح لها التبخّر . ولذلك فهي تساهم إلى جانب الحركات النّموذجية لذوبان الجليد لتحْويل التربة حركية متميّزة تعرف بظاهرة انزلاق التّربة .

ويوجد في التّوندرا الحزازات وهي نتاج تكافلات خاصّة بين الطّحالب والفطور إلى جانب الطّحالب ومختلف النّباتات المتجمّعة . ومن بين الحيوانات نذكر الثّور الممسك الموجود بالخصوص في الشّمال الأمريكي والذّئب القطبي والرنّة واللاّموس . ولهذه الحيوانات كلّها خصائص متميّزة تمكّنها من التكيّف مع الظّروف «القصوى» للبيئة كاتّخاذها لونا متشاكلا يحاكي الوسط ثم التّماثل الحراري ثم غياب السّبات وقدرة كبيرة على المهاجرة .

الرسم جانبه : من الحيوانات الممثلة للتوندرا : بومة الثلوج ؛ الذئب القطبي ؛ والثعلب القطبي ؛ واللاّموس ؛ وبعض الأرانب والرنة .

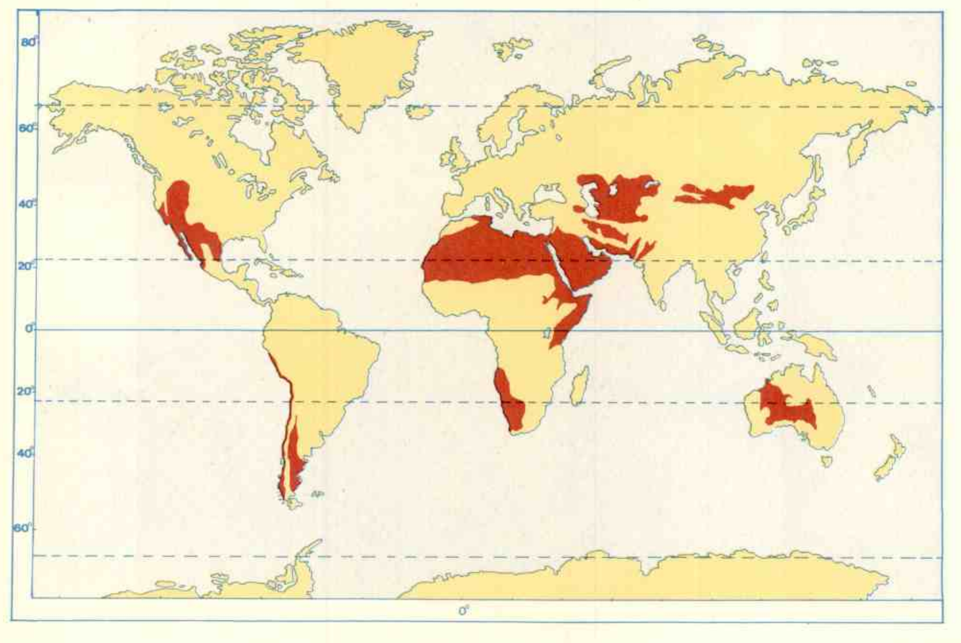
الصّحـاري :

بعد تجاوز كل من الغابة الجافّة والسبسب والفيفاء تبدو المظاهر القصوى المتميّزة بندرة التساقطات وارتفاع الحرارة بصفة دائمة مما ينتج عنه عواقب سلبيّة على مستوى الحيوانات والنبّاتات .

وتتمثّل هذه الحالات في الصّحاري وشبه الصحاري التي لاتعرف تساقطاتها إيقاعا فصليا وتدوم فيها فترات الجفاف سنة تقريبا . وهي تحتّل حوالي تسعة بالمئة من الأراضي الطّافية وتوجد بالتّفاوت في جميع القارّات . ونذكر هنا أهمّ الصّحاري من النّاحية العالمية وهي كلّ من صحراء تركستان وصحراء غوبي بآسيا والصّحراء الافريقية وصحراء كالاهاري والصّحاري الشيلية والأرجنتينية بأميركا الجنوبية وفي أستراليا .

وفي نظر بعض العلماء ، يمكن تصنيف الصّحاري إلى صحاري حارّة وصحاري باردة وصحاري معتدلة . فالصّحاري الحارّة ذات حرارة لا تنخفض أبدا تحت ستّ درجات مئوية والصّحاري الباردة لا تشهد سوى فترة شهرين في السّنة تكون فيها الحرارة تحت ستّ درجات مئوية أما الصّحاري المعتدلة فهي التي تعرف تفاوتات حرارية ضعيفة .

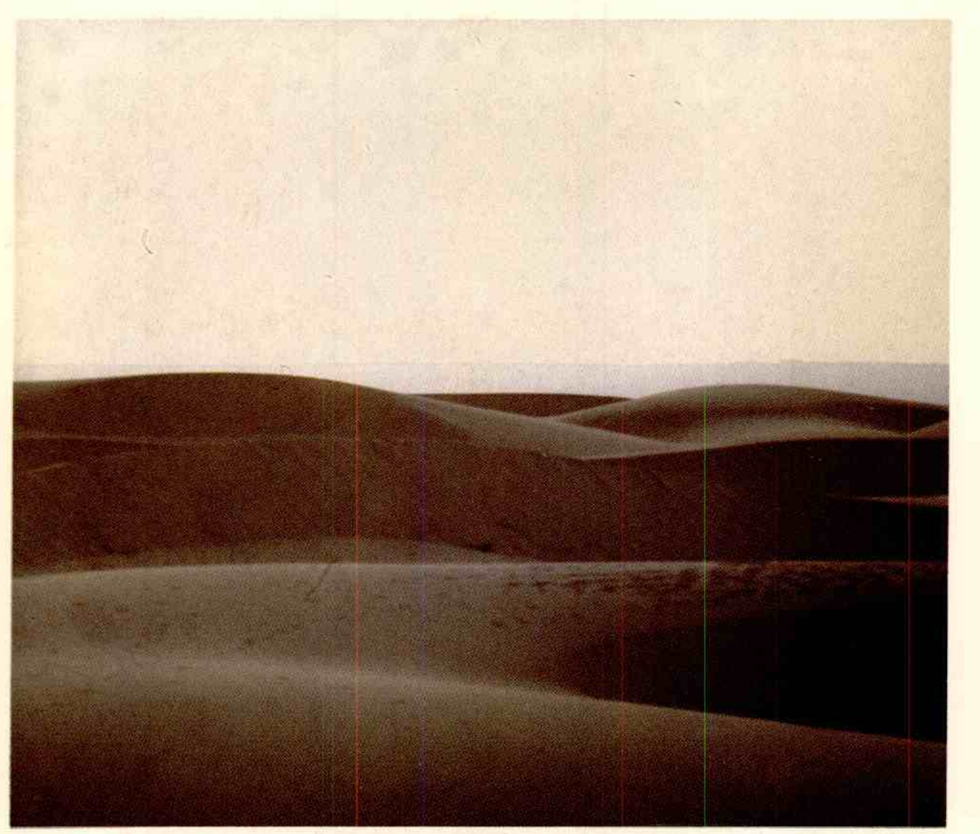
وبالنّسبة لتصنيف ميلّير فالصحراء منطقة حارّة تشهد تفاوتا حراريا مهمّا وخاصة خلال فصل الصّيف



يتحوّل المرج إلى سبسب ، والسبسب قد يتحول فيما بعد إلى صحراء وخاصة في المناطق الداخلية أو الواقعة في الأطراف كما يظهر في الرسم .

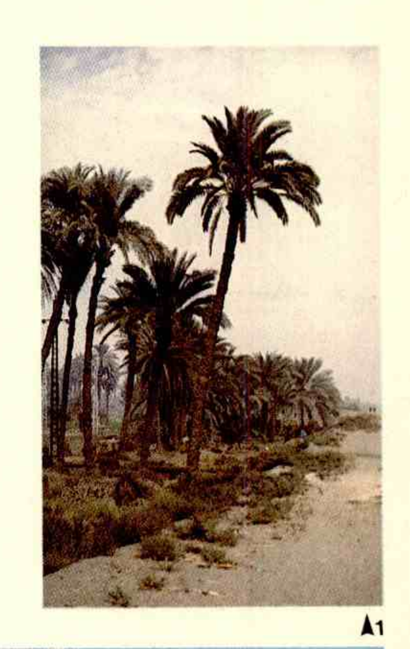
الصورة 1 : تربة الصحراء ، **الصورة 2** : الصحراء المقفرة





حيث يبلغ معدل الحرارة الدّنيا عشر درجات مئوية أثناء اللّيل ومعدّل الحرارة العليا أثناء النّهار 52 درجة مئوية في الظلّ و 70 درجة مئوية تحت الشمس . وعلى مستوى التّربة يكون التفاوت الحراري أكثر قوة حيث يبلغ أحيانا 79 درجة مئوية . وتهبّ في الصّحراء رياح عنيفة تسرع التبخّر والجفاف . وحوالي السّاعة السّادسة مساء يبلغ معدل الرطوبة 23 بالمئة ولكنّه ينخفض في بعض الحالات إلى صفر بالمئة . ولا تتجاوز نسبة التّساقطات 12 أو 20 ميلمترا سنويا .

وفي تركستان تسجل تفاوتات سنوية مرتفعة تصل أحيانا مستويات قصوى تقدر ب 88 درجة مئوية . وهذه الصّحراء لا تنتمي إلى فئة الصحاري الحارّة ، وقد تنخفض حرارتها تحت مستوى درجات ستّ درجات مئوية المعتبرة كحدّ أدنى .



1▲



2▲

3▼



وبصفة عامة ، يكتمل الحاصل المائي بالنّدى الذي رغم ندرته تمتصّه النّباتات كليا وتحتفظ به على مستوى التّربة أثناء اللّيل لاستهلاكه مع نضح النّهار .

ويتمثّل المناخ المميّز للنّظام البيئيّ الصّحراوي في التغيّرات الحرارية والانحرافات بالنّسبة للمعدلات من المستويات الدّنيا ثم بأمطار نادرة ولكنها سيليّة وبفترات جفاف طويلة ورياح عنيفة وصقيع ليليّ . وفي مثل هذه الظّروف المناخية لا يمكن أن تتطوّر الحياة إلّا على أشكال متخصّصة ، وبالخصوص إذا علمنا أن الصحراء تشهد تحركات رملية ومناطق شديدة الملوحة ومفتقرة إلى الماء . وأراضي هذه المناطق شديدة التنوّع كذلك . فإذا أخذنا نموذج حوض البحر المتوسّط فإننا نجد في الصحراء الفلسطينيّة أراضي غرينية مصفّرة وغنيّة بالكلسيوم وقابلة لزرع الذرة ، إلى جانب ترب صحراوية ذات لون أصفر وأسمر تكون أحيانا مغطّاة بالصوان . وفي وادي الأردن ، نجد أراضي رمادية غنية بالجمعر والكلسيوم والكلورورات والفوسفاط . وفيما يخصّ الأميركتين ففي الشّمال والجنوب توجد ترب رمادية وترب حمراء .

ويتكون الانبات أساسا من النّباتات اليجوجة (أو أوالف الملح) . ففي العالم القديم وخاصّة في الصّحاري الحقيقيّة تنتشرالنّباتات السّهبية وفي المناطق الشّبه صحراوية تنبت نباتات سهبيّة إلى جانب بعض أنواع القطاني التي تضاف إلى أشجار الفربيون .

وفي أمريكا الشّمالية ، توجد منطقتان أولاهما تضمّ الحوض الكبير والحوض الشّائك الجنوبي ، وهو يعرف تساقطات تتراوح مابين 250 و 375 ميلمتر في السّنة وبها نباتات من النّوع الصّحراوي والسّهبي . أما المنطقة الثّانية فهي صحراء الجنوب التي تضمّ صحاري موجافي وسونورا وشيهواهوا ، وتكثر نباتات صحراوية مثل الصّباريات وغيرها .

وفي الصّحراء الحقيقية لا تظهر النّباتات الّا في الواحات المتمثّلة في تشكّلات نباتية تستقر في المنخفضات والمناطق التي تصعد منها المياه الجوفيّة نحو السّطح : وأهم نباتات الواحات أشجار التّمر والبلح . ومن النّاحية الحيوانية ، فلقد رأينا سابقا أن الحياة في الصّحراء تستلزم

الصورة 1 : نخيل في إحدى الواحات

الصورة 2 : دغل افريقي

الصورة 3 : جمل بسنامين ، وهو الحيوان الأكثر تكيُّفا مع الظروف القاسية في النظام البيئي الصحراوي

تخصّصا كبيرا وقدرة تكيف متميّزة . وبالفعل ، فالحيوانات والنّباتات المتواجدة في نظام بيئيّ صحراوي تتوفّر على بعض من هذه الخصائص المتمثّلة في قدرتها على مقاومة الجفاف وتوفيرها للماء وحمايتها من الاجتفاف . وقد طورت حيوانات الصحراء بعض التصرفات الوقائية كاللّجوء إلى الحفر والحياة اللّيلية والسّبات أو الاصطياف . كما أنها متوفرة على قدرة تكيّف وظيفية تمكّنها أحيانا من تركيب الماء بفضل إنجاعها . وهناك خاصيّة أخرى من النوع الدّفاعي تجعل فروة الحيوانات ذات لون شبيه بلون الرّمال . وهناك أيضا ظاهرة خاصة تتمثل في الالتقاء البيئي والتطوّري للمجموعات الحيوانية المختلفة بعضها عن بعض ولكنّها تتّخذ أشكالا جدّ متقاربة كما هو الشأن بالنّسبة للقوارض والجرابيات .

وأهم العناصر الحيوانية في الصحّراء هي الحافريات والقوارض والزّواحف والعظائيات واللّواحم والطيور ثم نشالاتها الطّبيعيّة كالثعلب وابن آوى . كما أن هناك عددا كبيرا من الحشرات كمغمدات الأجنحة والظّلاميات وغشائيات الأجنحة ومزدوجات الأجنحة وهدبيات الأذناب وغيرها .

أما من النّاحية النباتية ، فنجد في أميركا الشمالية أشكال تكيّف مع الجفاف فريدة من نوعها ، فهناك نباتات قادرة على جلب كميّات صغيرة من الماء ومن التربة ولوكانت جافّة وعلى الاحتفاظ بظاهرة التنّفس خلال أكبر جزء من الفصل الجافّ وذلك بالانضباط حسب المخزون المتوفر من الماء . وبما أن هذه النباتات لا تحتفظ بأوراقها خلال فصل الجفاف ، فإنها تتوفّر على ثلاث طبقات من الأوراق تتباين حسب ما تحتويه من كمية مائية وبالتالي حسب درجة مقاومتها للجفاف . فكلّما كانت غنية بالماء كلما كانت أقل مقاومة .

وتتوفّر بعض النّباتات على عصارة تمكّنها من العيش سنوات طويلة دُون حاجة الى الاتصال بالماء .



إن الحياة لا تنعدم في الصحراء كما قد يعتقد البعض ، إنها فقط أكثر صعوبة وتتطلب تخصّصاً كبيراً . فالحيوانات تلجأ الى الخمال والنباتات عصارية لانها في حاجة الى الاحتفاظ بمائها مدّة سنوات قبل أن تتزود بالماء الخارجي ، ومن بين النباتات المنتشرة في الصحراء الصباريات ، ومن الحيوانات هناك الزواحف كما يظهر في الرسم وخاصة منها الثعابين (الصورة) .

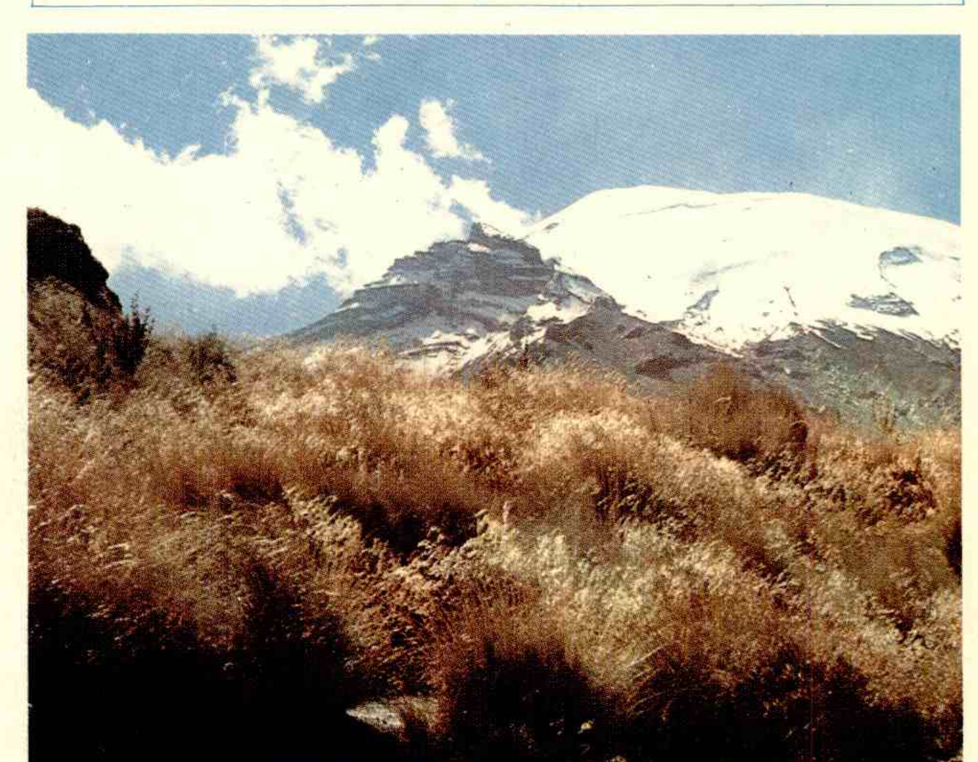
الأنظمة البيئية الجبليّة :

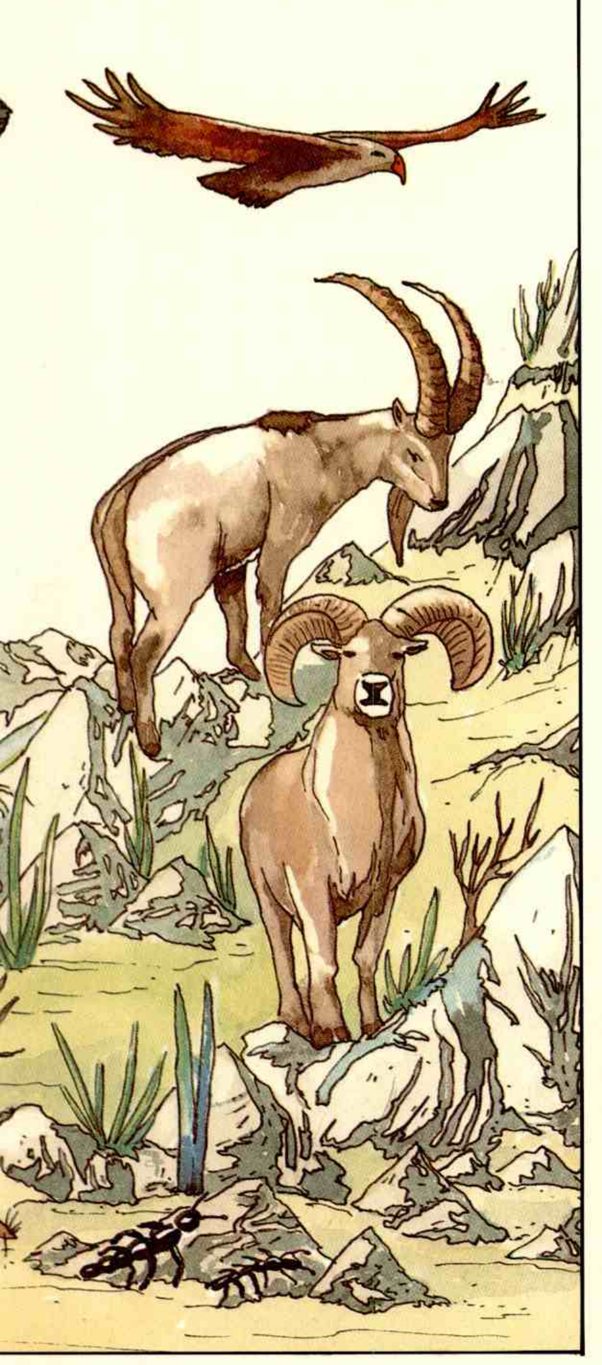
نختم هذه الدّراسة عن الأنظمة البيئيّة بالتعرّض إلى الأنظمة البيئيّة الجبليّة التي يطرح تحديدها عدة صعوبات .

ويكمن المشكل الأساسيّ في مستوى الارتفاع الذي يبدأ فيه الحديث عن الجبال ، والذي يحدّد عادة بما يزيد عن خمسمائة متر . والانتماء إلى النّظام البيئيّ الجبليّ ليس فقط مرهونا بالارتفاع ولكن كذلك وخصوصا بالظّروف المناخية والجبليّة والبيئيّة بالنسبة للنّباتات . فإذا أخذنا مثال الحرارة ، فإنه من الواضح ان الحرارة والضّغط ينخفضان كلّما زاد الارتفاع ولكننا نسجل أيضا تفاوتات حرارية مهمّة وغير منتظمة في نفس النقطة من الجبل . فالزّيادة في الارتفاع تؤدّي فعلا إلى اختلافات حرارية شديدة بين المناطق المعرضة للشّمس والمناطق التي تبقى في الظلّ ، ويمكن للاختلافات أن تقع أحيانا عند خمسين درجة مئوية كما هو الحال في جبال الألب السويسريّة .

ويمكن أن تصل الاختلافات عند نبتة واقعة بين المنطقتين إلى ستّين درجة مئوية لأن الاشعاع الشّمسي يكون أقوى مما هو عليه في السّهول بينما تنادر الهواء يؤدّي إلى بقاء الأجزاء التي تلحقها أشعة الشّمس باردة .

ويكون كلّ هذا مكثّفا كلّما اقتربنا من خطّ





رسم الصفحة الجانبية : توزيع الأنظمة البيئية للجبل في العالم .

صورة الصفحة الجانبية : منظر رائع للنباتات الجبلية قرب المثلجات .

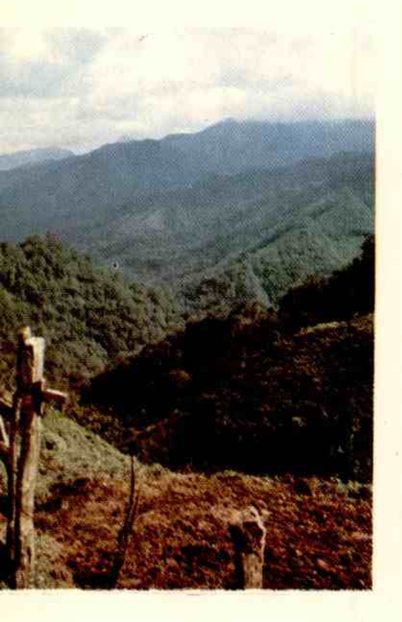
الصورة الهامشية : واد في أعلى الجبل

الرسم أسفله : حيوانات مميزة للنظام البيئي في الجبل ، ومنها أرويات وكواسر وزبابات وفراش .

الاستواء حيث تقع أشعّة الشمس على الأرض بأقصى حدّ انحنائها . وهناك عنصر تغيّر آخر يتمثل في التّساقطات التي يلاحظ أنها عادة ما تتزايد الى الحدّ الذي يعلو الغابة ، وتتناقض انطلاقا من هذا الحدّ إلي أن تتحول إلى ثلج في أعلى الجبل . إلّا أن هذا التعريف يبقى نظريا لأن زيادة التساقطات بالفعل مرهون بكيفية ضيّقة بتشكل الجبل ونوعية الرياح التي تهب عليه .

ويؤثر تنادر الهواء كذلك على معدل الرطوبة الذي يبقى دائما منخفضا حيث يساهم ، إلى جانب انخفاض الضّغط الجوي ، في تسريع التبخّر المؤدّي الى جفاف

كيف تتكيّف حيوانات الجبال مع وسطها ؟



التربة . ويكون هذا الجفاف مهما بالخصوص في الجبال القاريّة . ويعمّ عدم الاستقرار كذلك على مستوى النّسائم التي تهبّ خلال النهار من الوادي بينما تنزل من الجبل أثناء الليل . وإذا كانت هناك مجلدات فإننا نجد كذلك نسائم جليدية ليلية وقارسة .



ويمكن أن تكون الترب من نوع أ ب س (ABC) أو من نوع أ س (AC) كالترب الغرينية أو تربا حجرية مكوّنة من الصّخور العارية . وتتميز كلّ هذه الترب بالانزلاق الذي تحدثنا عنه بالنسبة للتّوندرا القطبية .

وكلّ هذه العوامل التغيّرية تنعكس عل التشكيلة النباتية التي تتوفر على بنية منضّدة تتناسب ومستويات الارتفاع . ففي جبال الألب الأوروبية نجد من أعلى إلى أسفل بالتتابع ، مستوى المراعي الجبلية ومستوى الخلنج الغير الشجريّ والجنبات القصيرة ثم مستوى الخلنج الشجريّ أو تحت الألبي أو اشجارا ذات إبر جافّة ومعمّرة ، ثم مستوى الأشجار الابريّة أو الجبليّ الأعلى فمستوى أشجار المرّان أو الجبلي الأسفل وبعده مستوى أشجار الكستناء أو تحت الجبلي ، وأخيرا مستوى السنديان المعبل الأوراق أو التلّ والرابيّة .

وفي جبال الأند بأمريكا الجنوبية ، نجد على العكس مما سبق ، منطقة الثلوج الدّائمة على ارتفاع يفوق 5000 مترا ، ثم المروج الأندية (باراموس) على ارتفاع يقع مابين 5000 و 3800 مترا ثم منطقة الأدغال القصيرة (ماتوران) على ارتفاع يقع بين 3800 و 2800 مترا ثم الغابة المثقوبة على ارتفاع يقع بين 1100 متر وصفر متر ، وأخيرا نجد الغابة المتضخّمة الحرارة ذات المظهر المطَري التي تعرف بالغابة المطرية لسفح الجبل .

وبصفة عامة تتميز كلّ النباتات الجبلية بميلها الى اتّخاذ أشكال عشبية أو شجرية قصيرة ، وكلّها مكسّوة بالزّغب وبأوراق وريدية الشّكل ، بالاضافة إلى شكلها الوسيدي الذي يحميها من الاجتفاف ومن تأثير الرياح والشمس .

أما الحيوانات ، فالتكيّف لديها يتجلّى في السبات والبيات الشتويّ وغيرهما من الأساليب المختلفة ، كتحمل الضّغط الجوي بالنّسبة لمتماثلات الحرارة وتحمل البرد بالنّسبة لأنواع أخرى ثم المهاجرة الحرارية وخاصة لدى الحشرات وبعض الفقريات والأغراب والنّصوع وهو نوع من المحاكات الذي يمكن بعض الطّيور مثل حجل الجبل من الاكتساء بريش أبيض وبعض الثّدييات كالقواع البرّي والقاقم والسرعوب من تغيير لون زغبها خلال فصل الشتاء .

وليس من النّادر أن تتحولّ بعض الحيوانات من بيوضة إلى ولودة وذلك شأن العظاية أو السمندل . أما الحيوانات الدّاجنة مثل الأبقار والأغنام فهي متوفّرة على خصائص فيزيولوجية تمكّنهامن التكيف بكيفية ملائمة مع النّظام البيئيّ والمناخ الجبليين .

الصورة الهامشية : العقاب وهو من الكواسر السائدة في فضاء الجبال .

الصورة جانبه : المرموط ، وهو حيوان ينتمي الى النظام البيئي الجبلي ، ويلجأ كغيره من حيوانات هذا النظام الى النوام في فصل الشتاء عندما تنخفض درجة الحرارة .